

Ministère de L'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA

FACULTE DES SCIENCES APPLIQUEES

Département Génie des Procédés



Mémoire

MASTER ACADEMIQUE

Domaine: Sciences Techniques

Filière: Génie des Procédés

Spécialité: Génie Chimique

Présenté par:

Bennamia Chahinaze

Menassria Ahlam

Thème:

**Etude comparative entre la station d'épuration des eaux usées par végétaux de Témacine et celle d'ngoussa**

Soutenu publiquement le : 15/06/2022

Devant le jury composé de:

Guerdouh Amel

M.C.B Université d'Ouargla

Présidente

Chaib Hadjira

M.A.B Université d'Ouargla

Examinatrice

Rahmani Abdellatif

M.C.B Université d'Ouargla

Promoteur

Année universitaire: 2021-2022

# Dédicace

Nous dédions les fruits de cet humble travail à  
l'être le plus cher de nos vies

Nos chers parents et frères - nos chères sœurs  
et toute notre famille .

à tous nos amis et collègues du Pathways  
Engineering Batch

Et à tous ceux que nous aimons et respectons.

"إن الذين نحبهم و نعزهم مكاتهم ليست بين الأسطر و  
الصفحات لأن مقامهم أجل و أعلى  
القلب سكتاهم و الذكرى ذكراهم و الفؤاد لن ينساهم"



# Remerciements

*Avant tout, nous remercions Dieu Tout-Puissant de nous avoir donné le courage et la patience d'accomplir cet humble travail, et nous avons le plaisir d'adresser nos sincères remerciements et notre gratitude au. Dr.*

*Mr. Rahmani Abdessatif d' avoir accepté de superviser ce mémorandum, car il n'a pas cessé de nous donner ses précieux conseils et avis.*

*Nous tenons également à remercier tous les membres du jury, à commencer par le président, M. : Zerrouki Djamel et l'examineur :*

*Guerdouh Amel Le personnel du laboratoire de la station nationale Diwan d'épuration et de désinfection à Tougourt et Ouargla, et nous remercions également tous ceux qui ont participé de près ou de loin à l'accomplissement de cette modeste tâche.*

## الملخص

مياه الصّرف الصّحيّ تشكل خطرا كبيرا يهدّد البيئة و الإنسان بطريقة مباشرة و غير مباشرة و لهذا تكمن أهمية معالجتها و إعادة تدويرها في ظلّ النقص في المياه الصالحة للشرب.

وفي هذا الصّدّد أجرينا مقارنة بين محطتين لمعالجة مياه الصّرف الصّحيّ و المياه المستعملة باستخدام النباتات ، فأولاهما تتمّ بنبات القصب لمحطة أنقوسة ، أمّا الثانية بنباتات مختلفة لمحطة تماسين ، حيث تسهم كلتا العمليتين في دراسة إعادة استخدام المياه القذرة و مياه الصرف الصحيّ في مجال السقي في منطقة الواحات .

و في إطار هذا البحث قمنا برصد نتائج مخبرية لمدة 3 سنوات لكلتا المحطتين فتمكّنّا من الحصول على النتائج التي تخص العوامل الفيزيوكيميائية.

**نتائج محطة تماسين :** DCO 81.17% , DBO<sub>5</sub> 88.51% , N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> 74.74% , N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 66.66%  
**نتائج محطة أنقوسة :** DCO 82.87% , DBO<sub>5</sub> 89.03% , N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> 16.54%

من خلال النتائج المتحصل عليها يمكن القول أن المحطتين لها فاعلية متقاربة مع أفضلية لمحطة تماسين.

**الكلمات المفتاحية:** تنقية المعالجة بواسطة النباتات- الفاعلية - مياه الصرف الصحي - التلوث.

## Résumé

Les eaux usées constituent une menace majeure pour l'environnement et les êtres humains, directement et indirectement, c'est pourquoi il est important de les traiter et de les recycler compte tenu de la pénurie d'eau potable.

A cet égard, nous avons effectué une comparaison entre deux stations de traitement des eaux usées et des eaux usées à l'aide de plantes.

Dans le cadre de cette recherche, nous avons suivi les résultats de laboratoire pendant une période de 3 ans pour les deux stations, et nous avons pu obtenir les résultats liés aux facteurs physico-chimiques.

**Résultats de la station de Témassine :** DCO 81.17% , DBO<sub>5</sub> 88.51% , N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> 74.74% , N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 66.66%

**Résultats de la station N'goussa:** DCO 82.87 % , DBO<sub>5</sub> 89.03% , N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> 16.54%

D'après les résultats obtenus, on peut dire que les deux stations ont une efficacité proche avec un avantage pour la station de Témacine.

**Mots clés:** La phytoépuration - Performance - Eaux usées – Pollution.

## Abstract

Waste water poses a major threat to the environment and human beings, directly and indirectly. This is why it is important to treat and recycle it in light of the shortage of potable water.

In this regard, we made a comparison between two plants for treating sewage and wastewater using plants. oases

As part of this research, we followed the laboratory results for a period of 3 years for the two stations, and we were able to obtain the results related to the physico-chemical factors.

**Témassine station results:** DCO 81.17% , DBO<sub>5</sub> 88.51% , N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> 74.74% , N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> 66.66% .

**N'goussa station results:** DCO 82.87 % , DBO<sub>5</sub> 89.03% , N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> 16.54%.

According to the results obtained, we can say that the two stations have a close efficiency with an advantage for the station of Témacine.

**Keywords:** Phytoremediation - Performance - Wastewater - Pollution.

# Sommaire

I-1-Introduction générale .....	01
---------------------------------	----

## CHAPITRE I - GENERALITE SUR LES EAUX USEES ET LEURS RAITEMENTS

I-1-Introduction .....	04
I-2- Définition des eaux usées .....	04
I-3-Types d'eaux usées.....	04
I-3-1-Eaux usées pluviales.....	04
I-3-2- Eaux usées industrielle .....	04
I-3-3- Eaux usées domestiques .....	04
I-3-4- Eaux usées urbaines .....	04
I-3-5- Eaux usées de l'agriculture .....	05
I-4- Composition des eaux usées .....	05
I-4-1- Microorganismes des eaux usées .....	05
I-4-2- Matières en suspension (MES) et colloïdes .....	05
I-4-3- Micropolluants .....	05
I-4-3-1- Principaux micropolluants sont.....	05
I-4-4- Substances nutritives .....	06
I-5- Dangers liés à l'utilisation des eaux usées .....	06
a)- Danger terrestres et agricoles .....	06
b)- Menaces pour la santé humaine .....	06
I-6-Pollution des eaux.....	06
I-6-1- Définition de la pollution des eaux .....	06
I-6-2- polluants de l'eau .....	06
I-6-3- Types de polluants de l'eau .....	07
I-6-4-Types de pollution des eaux .....	07
I-6-4-1- Pollution chimique.....	07
I-6-4-2- Pollution physique .....	07
I-6-4-3- Pollution microbiologique .....	07
I-7- Sources de pollution de l'eau .....	07
A - Sources naturelles.....	07

B - Ressources agricoles.....	07
C - Eaux usées .....	07
D - Autres sources .....	07
I-8-Paramètres de pollution .....	07
I-8-1-Paramètres physiques .....	07
a- Température.....	07
b- Turbidité .....	08
c- Matières en suspension (MES) .....	08
d- Couleur .....	08
I-9- Paramètres chimiques.....	08
I-9-1- Potentiel hydrogène (PH).....	08
I-9-2- Conductivité .....	08
I-9-3- Demande biologique en oxygène (DBO <sub>5</sub> ).....	08
I-9-4- Demande chimique en oxygène (DCO) .....	09
I-9-5- Biodégradabilité .....	09
I-9-6- Phosphore .....	09
I-9-7- Nitrates (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) .....	09
I-9-8- Nitrite (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ).....	09
I-9-9- Oxygène dissous(O <sub>2</sub> ) .....	10
I-10- Paramètres biologiques.....	10
I-11- Traitement des eaux.....	10
I-11-1- Principales étapes de traitement .....	10
I-11-1-1- Étapes physiques (Le prétraitement) .....	10
I-11-1-2- Étapes physico-chimiques (Le traitement primaire).....	11
I-11-1-3-Procédés Biologiques d'épuration .....	11
a) Traitements biologiques .....	11
b) Procédés biologiques extensifs.....	12
c) Système Waste Water Gardens (WWG) .....	12
d) Procédés biologiques intensifs.....	13
e) Installations à « boues activées » .....	13
f) Biofiltration .....	14
I-12- Traitement tertiaire .....	15

I-13- Recycler les eaux usées après traitement.....	15
---	----

## CHAPITRE II LA PHYTOEPURATION

II-1- Introduction .....	17
II-2- Définition de l'épuration.....	17
II-2-1- Principe de traitement .....	17
II-2-2- Étapes de traitement par bassins filtres plantés.....	17
II-2-2-1- Traitement physique .....	18
II-2-2-2-Traitement chimique naturel.....	18
II-2-2-3- Traitement biologique.....	18
I-4-1- Microorganismes des eaux usées .....	18
II-3- Types de filtres implantés .....	18
II-3-1- Filtres à écoulement horizontal .....	18
II-3-1-1- Bases de dimensionnement .....	18
II-3-1-2- Nombre de lagunes .....	18
II-3-1-3- Mise en ouvre .....	19
a)-Compartmentation.....	19
b)-Matériaux .....	19
c)-Végétaux .....	19
II-3-1-4- Conception.....	19
II-3-1-4-1- Choix des terrains.....	19
II-3-2- Filtres plantés à écoulement vertical .....	21
II-3-2-1- Bases de dimensionnement .....	21
II-3-2-2- Mise en ouvre .....	22
a)- Plantation .....	22
b)- Alimentation .....	22
c)- Evacuation.....	22
d)- Matériau .....	22
II-3-2-3- Conception .....	22
II-3-2-3-1- Choix des terrains .....	22
II-4- Avantages et inconvénients des filtres plantés à écoulement vertical et filtres à écoulement horizontal.....	24
II-5- Filtres plantés à écoulement mixte .....	25



## CHAPITER III EXPERIMENTATION

III-1- Introduction.....	29
III-2- Présentation de la zone d'étude (Touggourt).....	29
III-3- Présentation de la zone de Témacine.....	29
III-4- Station d'épuration WWG (Waste Water Gardens) de Témacine.....	30
III-5- Présentation de la station pilote WWG.....	31
III-6- Dimension du la station.....	32
III-7- Étapes de traitement.....	32
III-7-1- Equipement de la station de Témacine.....	33
III-7-1-1- Bassin 1 (Dégrillage).....	33
III-7-1-2- Bassin 2 (Dessablage).....	33
III-7-1-3- Bassin 3 (Désuilage).....	33
III-7-1-4- Bassin WWG.....	34
III-7-1-5- Choix des plantes.....	34
III-7-1-6- Boîtier de contrôle.....	35
III-8- Zone de drainage.....	36
III-9- Quelques plantes utilisées dans le bassin WWG de Témacine.....	37
III-9-1- Jonc.....	37
III-9-1-1- Description.....	37
III-9-1-2- Utilisations.....	38
III-9-2- Balisier rouge.....	38
III-9-2-1- Description.....	39
III-9-2-2- Utilisations.....	39
III-9-3- Papyrus.....	39
III-9-3-1- Description.....	40
III-9-3-2- Utilisations.....	40
III-9-4- Washingtonia.....	41
III-9-4-1- Description.....	41
III-9-4-2- Utilisations.....	41
III-10- Présentation de la région d'étude.....	42
III-11- Présentation de la zone d'étude.....	43



III-12- Présentation de la station (STEP N'goussa) .....	43
III-13-Étapes de fonctionnement de la station.....	45
III-13-1- Station de pompage .....	45
III-13-2- Répartiteur .....	46
III-13-3- Bassins .....	46
III-14- Plantes utilisées à l'intérieur de la station .....	47
III-14-1- Description.....	47
III-14-2-Utilisation de la plante de roseau.....	48
III-15- Matériel et méthodes .....	48
III-15-1- Paramètres physiochimiques .....	48
III-15-1-1- Identifier les matériaux en suspens(MES) .....	48
1- Méthode de filtration.....	49
2- Méthode de la centrifugeuse .....	49
III-15-1-2- Détermination de la demande chimique en oxygène DCO .....	50
III-15-1-3- Détermination de la demande biochimique d'oxygène DBO <sub>5</sub> .....	51
III-15-1-4- Quantification des nitrates de N-NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> .....	53
III-15-1-5- Détermination de la quantité d'artrophosphate (P-PO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) .....	53
III-15-1-6- Détermination de la quantité de nitrates N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> .....	54
III-15-1-7- Mesure de la quantité d'oxygène dissous .....	55
III-15-1-8- Mesure de temperature .....	55
III-15-1-9- Mesure de conductivité électrique (CE) .....	55
III-15-1-10- Mesure du pH.....	56

## CHAPITRE IV Résultats et discussion

IV-1- Introduction .....	58
IV-2- Qualité de l'eau brute au niveau de la station .....	58
IV-2-1- Facteur de pollution DCO .....	59
IV-2-2- Facteur de pollution DBO <sub>5</sub> .....	61
IV-2-3- Facteur de pollution N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> .....	62
IV-2-5- Facteur de pollution N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> .....	63
IV-2-6- Facteur de pollution pH .....	66
IV-2-7- Facteur de pollution T (C°) .....	67
IV-2-8- Facteur de pollution CE.....	68

IV-2-9- Facteur de pollution Sal .....	69
IV-3- Choisir une méthode de traitement des eaux usées .....	70
Conclusion .....	74
Bibliographie .....	76

## ANNEXES

Annexes .....	80
---------------	----

# Liste des tableaux

N°	TABLEAU	PAGE
<b>Chapitre I Généralité sur les eaux usées et leurs traitements</b>		
I.1	Classement par type de pollution.	<b>07</b>
<b>Chapitre II La phytoépuration</b>		
II.1	Exploitation des filtres plantés à écoulement horizontal	<b>20</b>
II.2	Exploitation des filtres plantés à écoulement vertical	<b>23</b>
II.3	Avantages et inconvénients des filières	<b>24</b>
II.4	Rôle des plantes au sein des plantes de phytothérapie	<b>27</b>
<b>Chapitre III Expérimentation</b>		
III.1	Volume d'échantillon d'après la DCO	<b>52</b>
<b>Chapitre IV Résultats et discussion</b>		
IV.1	Résultats des analyses de mesure de DCO, DBO <sub>5</sub> , N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> de l'eau entrant dans la station.	<b>58</b>
IV.2	Résultats des analyses de mesure de DCO, DBO <sub>5</sub> , N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> de l'eau sortant dans la station.	<b>59</b>
IV.3	Résultats des analyses de mesure de T, pH, CE, salinité de l'eau l'entrée dans la station	<b>65</b>
IV.4	Résultats des analyses de mesure de T, pH, CE, salinité de l'eau la sortie de la station	<b>66</b>
IV.5	Type approprié de traitement des eaux usées	<b>71</b>
IV.6	Rendement moyen des facteurs de pollution après traitement dans chaque station.	<b>71</b>
<b>ANNEXE</b>		
1	Rapport de DCO, DBO <sub>5</sub> , N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> et N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> à l'eau sortant des deux stations.	<b>80</b>
2	Arrêté ministériel n°26 relatif aux valeurs maximales des normes algériennes pour les effluents liquides industriels.	<b>80</b>
3	Arrêté ministériel n° 41 relatif aux normes algériennes pour l'eau traitée pour l'irrigation.	<b>81</b>
4	Normes de l'OMS pour les eaux usées.	<b>81</b>

# Liste des figures

N°	FIGURES	PAGE
<b>Chapitre I Généralité sur les eaux usées et leurs traitements</b>		
I.1	Le principe d'un lagunage.	12
I.2	Système Waste Water Gardens (WWG)	13
I.3	Schéma de base du procédé de boues actives	14
I.4	Lit bactérien	14
<b>Chapitre II La phytoépuration</b>		
II.1	Le principe de traitement	17
II.2	Coupe transversale schématique d'un filtre à écoulement horizontal	21
II.3	Coupe transversale d'un filtre planté à écoulement vertical	24
II.4	Coupe transversale d'un filtres plantés à écoulement mixte	25
II.5	Des colonies d'algues et de bactéries se forment sur les tiges des plantes submergées.	25
II.6	Vacuoles d'air dans une racine de plante	26
II.7	Transport de l'oxygène atmosphérique vers la plante par les racines	26
<b>CHAPITRE III Expérimentation</b>		
III.1	Carte géographique Touggourt	29
III.2	Carte géographique Témacine	30
III.3	la station pilote WWG	32
III.4	Le bassin WWG	34
III.5	Boîtier de contrôle.	35
III.6	L'eau traitée.	36
III.7	Zone de drainage	36
III.8	Washingtonia	41
III.9	Carte géographique Ouargla	42
III.10	Carte géographique de N'goussa	43
III.11	Station d'épuration de N'goussa	44
III.12	Schéma général de la station d'épuration N'GOUSSA	45
III.13	Station de pompage	46

III.14	<b>Répartiteur</b>	<b>46</b>
III.15	Regard de rassemble l'eau traitée	<b>47</b>
III.16	Phragmites Communis trinius (STEP N'GOUSSA)	<b>47</b>
<b>Chapitre IV Résultats et discussion</b>		
IV.1	Evolution temporelle de la demande chimique en oxygène (DCO) à l'entrée et à la sortie des deux stations	<b>60</b>
IV.2	Evolution temporelle de la demande biochimique en oxygène (DBO <sub>5</sub> ) à l'entrée et à la sortie des deux stations	<b>62</b>
IV.3	Evolution temporelle de l'ammonium(N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> )à l'entrée et à la sortie des deux stations	<b>63</b>
IV.4	Evolution temporelle de nitrite (N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> ) à l'entrée et à la sortie des deux stations	<b>64</b>
IV.5	Evolution temporelle du pH à l'entrée et à la sortie des deux stations	<b>67</b>
IV.6	Evolution temporelle de la température T à l'entrée et à la sortie des deux stations	<b>68</b>
IV.7	Evolution temporelle de la conductivité électrique CE à l'entrée et à la sortie des deux stations.	<b>69</b>
IV.8	Evolution temporelle du degré de salinité à l'entrée et à la sortie des deux stations	<b>70</b>

# Liste des photos

N°	PHOTO	PAGE
<b>Chapitre III Expérimentation</b>		
III.1	Dégrailleur	33
III.2	Déshuilage	34
III.3	Juncus effusus	37
III.4	Canna indica	38
III.5	Cyperus papyrus	40
III.6	pH-mètre , Oxymètres , Conductimètre, salinité (Sal), la température	56

# Liste des abréviations

Abréviations	Signification
ONA	Office National de l'Assainissement
STEP	Station d'Epuration
OMS	Organisation Mondiale de la santé
K	Degré de biodégradabilité de la matière organique
DCO	Demande chimique en oxygène
DBO5	Demande biochimique en oxygène
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Nitrite
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	L'ammonium
MES	Matières en suspension
CE	Conductivité Electrique
Sal	Salinité
pH	Potentiel d'hydrogène



# Introduction générale

Les régions sahariennes de l'Algérie sont soumises à une expansion démographique importante, menant à une augmentation continue des quantités des eaux usées produites. Ces volumes d'eaux usées croissant rejetés sans épuration représentent une grande menace sur l'environnement et l'équilibre fragile des milieux naturels recevant ces eaux.

Ces eaux usées sont porteuses de nombreuses bactéries dont certaines potentiellement causes de maladies graves ; elles sont aussi un facteur important de pollution des nappes souterraines, rivières et toute autre surface d'eau telle que la mer par exemple.

Les eaux usées sont des eaux altérées par les activités humaines à la suite d'un usage domestique industriel artisanal, agricole ou autre elles sont considérées comme polluées et doivent être traitées[1].

L'étude et le travail sur l'épuration dans des milieux plantés de macrophytes ont été mis en évidence dès l'année 1946, est une technique au développement récent. Apparue en France dans les années 80, ce type de traitement a vu son développement s'accroître depuis 1997. Est utilisé dans les pays Maghrébines, notamment la Tunisie et la Maroc depuis 2000. En Algérie et réalisé depuis 2004 dans la daïra de Témassine (vieux ksar), et mise en service à titre expérimental en juillet 2007. La WWG de Témassine est dimensionnée pour traiter 15 m<sup>3</sup> d'eaux principalement par jour[2].

L'une des plus importantes de ces techniques est le traitement biologique, par lequel des organismes vivants (plantes ou micro-organismes) sont utilisés pour éliminer la toxicité des polluants.

La phytothérapie est une forme de traitement biologique et désigne l'utilisation de plantes spécifiques qui ont la capacité de réduire les niveaux de pollution grâce à certains mécanismes métaboliques mis en œuvre par la plante et conduisent à l'élimination, la séquestration ou la décomposition de divers polluants.

L'une des applications les plus importantes de la phytoremédiation est l'utilisation d'un système de zones humides, qui sont des usines de traitement des plantes artificielles dans lesquelles l'eau contaminée traitée principalement par sédimentation passe à travers des

bassins plantés de plantes et remplis de gravier ou de milieu sableux ou d'un mélange de ceux-ci, qui travaille à réduire les polluants des eaux usées sous forme de polluants. Parmi les plantes utilisées pour purifier l'eau polluée citons par exemple: (Le jonc (*Juncus*) macrophytes (*Phragmites communis* Trinius)),.....etc qui jouent un rôle majeur dans le traitement de l'eau le traitement des eaux usées, ce qui a encouragé de nombreux chercheurs à penser à l'utiliser pour traiter les eaux usées en bonne santé. La question de l'épuration des eaux usées est l'un des sujets les plus importants à l'heure actuelle, et cela est dû à l'importance de l'eau pour les êtres vivants[3].

Dans notre travail, nous étudierons le rendement épuratoire de deux stations qui fonctionnent avec le système de filtration (de Témacine et, d'ngoussa)

Et la comparaison entre eux en termes d'efficacité dans l'élimination des facteurs polluants.

Notre travail comprend ceci :

Chapitre I : Généralité sur les eaux usées et leur traitement.

Chapitre II : la phytoepuration.

Chapitre III : Matériels et méthodes.

Chapitre IV : Résultat et discussion.

**CHAPITRE I**  
**GENERALITE SUR LES EAUX USEES**  
**ET**  
**LEURS TRATEMENTS**

**I-1-Introduction**

Les rejets d'eau augmentent après utilisation et doublent avec la croissance démographique, ce qui entraîne différentes catégories de déchets. Les eaux usées peuvent contenir de nombreux polluants et microorganismes pathogènes, menaçant la qualité de l'environnement dans son ensemble. Pour cela, il doit être traité avant utilisation, une pratique nécessaire pour préserver les ressources en eau et en sol[4].

**I-2- Définition des eaux usées**

Les eaux usées sont la modification de leurs propriétés naturelles, chimiques et biologiques. Ce qui entraîne une modification de son état directement ou indirectement, de sorte que cette eau devient impropre aux usages naturels tels que la boisson, la consommation domestique, agricole ou autre[5].

**I-3- Types d'eaux usées****I-3-1- Eaux usées pluviales**

C'est l'eau de ruissellement qui se forme après la pluie et qui peut être polluée, notamment en début de pluie, par deux mécanismes : le lavage des sols et des surfaces imperméables, de sorte que les déchets solides ou liquides déposés sur ces surfaces sont transférés dans le temps vers les égouts. Réseau à travers la première méthode de sédimentation qui se produit par temps sec et l'écoulement des eaux usées dans les égouts de ces réseaux est lent, ce qui favorise la sédimentation des choses qui peuvent être décantées, et pendant les pluies l'eau coule plus, permettant la suspension de ces dépôts [6].

**I-3-2- Eaux usées industrielle**

Les eaux usées industrielles sont les eaux produites par des processus industrielles consommateurs d'eau, dont le degré de pollution diffère d'un type d'industrie à un autre [4].

**I-3-3- Eaux usées domestiques**

Elle provient de divers usages domestiques de l'eau, et est considérée comme un vecteur majeur de pollution organique, et elle se compose de :

- Eaux noires (eau de toilette).
- Eaux grises (eaux des lavabos, baignoires, appareils électroménagers, douches, etc.)[7].

**I-3-4- Eaux usées urbaines**

Les eaux usées en milieu urbain sont constituées d'un mélange d'eaux usées domestiques et d'eaux usées industrielles, ainsi que d'eaux pluviales et d'effluents d'installations collectives (hôpitaux, commerces, casernes militaires...etc.)[8].

**I-3-5- Eaux usées de l'agriculture**

L'agriculture est un facteur majeur de pollution de l'eau en raison des engrais et des pesticides qui y sont utilisés. Le ruissellement superficiel des terres cultivées chargé en engrais nitrés et phosphatés ioniques ou en quantité telle que le sol n'est pas préservé et absorbé par les plantes conduit à la fertilisation en substances azotées et en phosphore de la plupart des nappes d'eau de surface et des eaux fluviales et réservoirs[9].

**I-4- Composition des eaux usées**

En fonction de leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques et du danger sanitaire qu'elles représentent, les substances contenues dans les eaux usées peuvent être classées en quatre groupes : les microorganismes, les matières en suspension, les éléments traces minéraux ou organiques (micropolluants) et les substances nutritives[10].

**I-4-1- Microorganismes des eaux usées**

Les eaux usées contiennent tous les microorganismes excrétés avec les matières fécales. La microflore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes .L'ensemble de ces organismes peut être classé en quatre grands groupes : les bactéries, les virus, les protozoaires et les helminthes[10].

**I-4-2- Matières en suspension (MES) et colloïdes**

Les matières en suspension peuvent être d'origine minérale (sables, limons, argiles, ...) ou organique (produits de la décomposition des matières végétales ou animales) .A ces composés s'ajoutent les micro-organismes, tels que bactéries, planctons, algues et virus.

Les matières colloïdales (moins de 1 micron) sont des MES de même origine que les précédentes, mais de plus petite taille, dont la décantation est excessivement lente. Elles sont génératrices de turbidité et de couleur[10].

**I-4-3- Micropolluants**

Le terme micropolluant désigne un ensemble de substances qui, en raison de leur toxicité, de leur persistance et de leur bioaccumulation sont de nature à engendrer des nuisances, même lorsqu'elles sont rejetées en très faibles quantités [10].

**I-4-3-1- Principaux micropolluants sont**

Certains métaux lourds et métalloïdes (Cd, Pb, Cr, Cu, ...Hg) ;

Composés phénoliques, organohalogéniques, organophosphorés et hydrocarbures aromatiques polycycliques.

Il faut noter que, sauf exception, telle la présence d'établissements industriels très polluants raccordés directement au réseau d'assainissement, les concentrations en métaux lourds dans les eaux résiduaires traitées sont faibles[10].

#### **I-4-4- Substances nutritives**

Les éléments les plus fréquents dans les eaux usées sont l'azote, le phosphore et parfois le potassium, le zinc, le bore et le soufre. Ces éléments se trouvent en quantités appréciables, mais en proportions très variables, que ce soit dans les eaux usées épurées ou brutes[10].

#### **I-5- Dangers liés à l'utilisation des eaux usées**

##### **a)- Danger terrestres et agricoles**

- Augmentation de la salinité de la terre.
- Transport et transfert de substances toxiques.
- danger de contamination des eaux souterraines par filtration et entrée directe dans les eaux usées [11].

##### **b)- Menaces pour la santé humaine**

- Maladies d'origine hydrique (choléra, typhoïde).
- Infections bactériennes.
- Diarrhée nerveuse et toxicité du butyle.
- Infections virales et parasitaires[11].

#### **I-6- Pollution des eaux**

##### **I-6-1- Définition de la pollution des eaux**

La pollution de l'eau est l'impact négatif sur la qualité de l'eau dû à la pénétration de substances étrangères dans sa composition, l'eau est polluée en polluant ses sources à la surface de la terre, fraîches ou non, telles que la mer, les rivières, les océans, les eaux souterraines et autres [12].

##### **I-6-2- Polluants de l'eau**

Les polluants de l'eau sont divisés en cinq sections, chaque section a des composants spéciaux qui ont certains effets sur la qualité de l'eau. Ces sections peuvent être résumées comme suit :

- 1- Substances biologiques qui causent des maladies, telles que les bactéries pathogènes qui causent la fièvre typhoïde, le choléra et autres.
- 2- Substances toxiques telles que l'arsenic, le plomb, le mercure, le cadmium et certains composés organiques tels que les pesticides, les solvants et les détergents.
- 3- Nutriments inorganiques tels que : azote, phosphore résultant de l'apport d'engrais aux terres agricoles.
- 4- Produits chimiques solubles dans l'eau (sels, acides, ions de métaux lourds).

5- Matières radioactives telles que : uranium, radium...etc[13].

### I-6-3- Types de polluants de l'eau

Tableau I.1 Classement par type de pollution.

Type de pollution	Nature	Source
1- Pollution Physique Pollution thermique radioactive	Rejets d'eau chaude Radio- isotope, élément radio actifs	Centrales électrique Industrie nucléaire [14].
2- Pollution Chimique par les fertilisants ; les métaux. les pesticides. les détersifs. les hydrocarbures. les composés de synthèse. la matière organique (Fermentescibles)	Nitrates-phosphates Mercure, Cadmium, Insecticides, herbicides, Agents tensioactifs Pétrole brut et ses dérivés PCD. Solvants Glucides, liquide, protides	Agriculture et lessives Industrie, agriculture Effluents domestiques Industrie pétrolière ; transport Industries Effluents domestiques, agricoles D'industries agroalimentaires. Papeteries[14].
3-Microbiologique Secteur agroalimentaire	Bactéries, Virus, Champignons	Effluents urbains, élevages Secteur agroalimentaire [14].

### I-7- Sources de pollution de l'eau

Les sources de pollution de l'eau diffèrent selon leur nature et peuvent être divisées en :

**I-7-1- Sources naturelles** : types d'aliments, matières dissoutes, analyse de matières végétales, ruissellement de sels et de produits chimiques.

**I-7-2- Ressources agricoles** : comprennent l'érosion hydrique des sols, les déchets animaux (élevages d'animaux et de volailles), l'eau d'irrigation.

**I-7-3- Eaux usées** : comprend les eaux usées, les déchets industriels, les véhicules et les accidents maritimes.

**I-7-4- Autres sources** : telles que les activités de construction, les mines, les eaux souterraines, les lieux de collecte des ordures, les lieux de production de ciment... etc[15].

### I-8- Paramètres de pollution

#### I-8-1- Paramètres physiques

##### a- Température

Elle joue un rôle important dans la solubilité des sels et surtout des gaz (en particulier O<sub>2</sub>) dans l'eau ainsi que, la détermination du pH et la vitesse des réactions chimiques. La



température agit aussi comme facteur physiologique sur le métabolisme de croissance des microorganismes vivants dans l'eau [6].

#### b- Turbidité

La turbidité est inversement proportionnelle à la transparence de l'eau, elle est de loin le paramètre de pollution indiquant la présence de la matière organique ou minérale sous forme colloïdale en suspension dans les eaux usées. Elle varie suivant les matières en suspension (MES) présentes dans l'eau [6].

#### c- Matières en suspension (MES)

Exprimée en mg par litre. Ce sont les matières non dissoutes de diamètre supérieur à 1µm contenues dans l'eau. Dans le milieu récepteur, les MES peuvent entraîner des perturbations de l'écosystème par une diminution de la clarté de l'eau, limitant la photosynthèse végétale. De plus, ces MES peuvent être de nature organique et entraîner les nuisances associées aux molécules organiques [6].

#### d- Couleur

La coloration d'une eau peut être soit d'origine naturelle, soit associée à sa pollution (composés organiques colorés). La coloration d'une eau est donc très souvent synonyme de la présence de composés dissous et corrélativement la présence de solutés induit une coloration qui ne se limite pas au seul du domaine du visible [8].

### I-9- Paramètres chimiques

#### I-9-1-Potentiel hydrogène (PH)

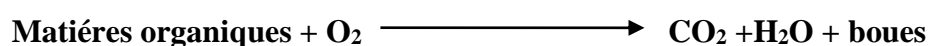
Le PH représente l'acidité ou l'alcalinité d'une solution. Le PH d'une eau domestique ou urbaine se situe généralement entre 6.8 et 7.8, au-delà, c'est l'indice d'une pollution industrielle [8].

#### I-9-2- Conductivité

La mesure de la conductivité électrique, paramètre non spécifique, est probablement l'une des plus simples et des plus importantes pour le contrôle de la qualité des eaux usées [8].

#### I-9-3- Demande biologique en oxygène (DBO<sub>5</sub>)

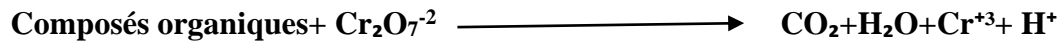
La demande biochimique en oxygène est la quantité d'oxygène en mg/l consommée dans les conditions de l'essai de l'incubation à 20°C et pendant 5 jours à l'obscurité pour assurer par voie biologique l'oxydation des matières organiques biodégradables présents dans l'eau usée [8].



**I-9-4- Demande chimique en oxygène (DCO)**

La DCO est d'autant plus élevée qu'il ya des corps oxydables dans le milieu.

Catalyseur



L'oxygène affecte pratiquement la totalité des matières organiques biodégradables présents dans l'eau usée [8].

**I-9-5-Biodégradabilité**

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé par les micro-organismes qui interviennent dans le processus d'épuration biologique des eaux.

La biodégradabilité est exprimée par un coefficient K, tel que,  $K = \text{DCO} / \text{DBO}_5$  :

Si  $k < 1,5$  : cela signifie que les matières oxydables sont constituées en grande partie de matières fortement biodégradable.

Si  $1,5 < K < 2,5$  : cela signifie que les matières oxydables sont moyennement biodégradables.

Si  $2,5 < K < 3$  : les matières oxydables sont peu biodégradables.

Si  $K > 3$  : les matières oxydables sont non biodégradables [16].

**I-9-6- Phosphore**

L'apport quotidien de phosphore est d'environ 4 g par personne. Cela est principalement essentiellement du au métabolisme de l'individu et à l'utilisation de détergent. les rejets varient d'ailleurs suivant les jours de la semaine [17].

**I-9-7- Nitrates ( $\text{NO}_3^-$ )**

La recherche médicale a prouvé les effets nocifs des nitrates sur la santé, en particulier pour les enfants, ainsi que l'augmentation importante des nitrates dans les eaux souterraines et de surface en raison de l'utilisation excessive croissante d'engrais azotés et chimiques. La détermination de la pollution de l'eau par les nitrates est un processus difficile en raison des transformations continues de l'azote au sein d'un anneau intégré appelé cycle de l'azote. Par l'action du ruissellement de l'eau à la surface du sol au stade de la formation des rivières, les nitrates y sont ajoutés des eaux usées, et des nitrates issus de l'oxydation bactérienne des déchets organiques azotés [15].

**I-9-8- Nitrite ( $\text{NO}_2^-$ )**

Les ions nitrites représentent une étape transitoire entre les ions nitrates et les ions ammonium dans le processus d'oxydation et de réduction de ceux-ci, c'est-à-dire que les ions nitrites

présents dans le milieu allemand résultent du retour des nitrates ou de l'oxydation des ions ammonium et il n'y a pas de source naturelle de nitrite [15].

### **I-9-9- Oxygène dissous(O<sub>2</sub>)**

L'oxygène est un élément important pour déterminer la qualité de l'eau, contrôler la pollution et d'autres procédures de traitement. L'oxygène dissous est utilisé dans la désintégration biologique de la matière organique, et en raison de l'étouffement de nombreux animaux aquatiques. d'un manque d'oxygène, sa maîtrise est considérée comme essentielle dans les zones de pollution [5].

### **I-10- Paramètres biologiques**

Certaines industries produisent un type spécifique de bactéries pathogènes, comme les abattoirs robotisés, tandis que d'autres produisent des parasites et des champignons, comme les usines d'amidon et de levure. Les tests biologiques sur les eaux usées déterminent la présence ou l'absence de bactéries pathogènes en testant un type spécifique d'organisme indicateur. Les informations biologiques sont un besoin urgent pour évaluer le type de traitement des eaux usées avant leur rejet dans l'environnement [18].

### **I-11- Traitement des eaux**

Le traitement de l'eau est un procédé, un procédé qui permet de rendre les eaux usées d'une qualité précisée dans divers articles de loi et arrêtés provinciaux. Les eaux usées sont traitées à l'usine.

Celle-ci se fait selon trois étapes : processus physiques, chimiques et biologiques [19].

#### **I-11-1- Principales étapes de traitement**

##### **I-11-1-1- Étapes physiques (Le prétraitement)**

Les prétraitements ont pour objectif d'éliminer les éléments les plus grossiers. Il s'agit des déchets volumineux (dégrillage), des sables et graviers (dessablage) et des graisses (dégraissage-déshuilage).

Au cours du dégrillage, les eaux usées passent au travers d'une grille dont les barreaux retiennent les matières les plus volumineuses. Le tamisage peut compléter cette phase de prétraitement.

Le dessablage débarrasse les eaux usées des sables et des graviers par sédimentation. Ces particules sont ensuite aspirées par une pompe. Les sables récupérés sont essorés, puis lavés avant d'être soit envoyés en décharge, soit réutilisés, selon la qualité du lavage.

Le dégraissage vise à éliminer la présence de graisses dans les eaux usées, graisses qui peuvent gêner l'efficacité des traitements biologiques qui interviennent ensuite. Le dégraissage s'effectue par flottation. L'injection d'air au fond de l'ouvrage permet la remontée en surface des corps gras. Les graisses sont raclées à la surface, puis éliminées (mise en décharge ou incinération)[20].

### **I-11-1-2- Étapes physico-chimiques (Le traitement primaire)**

Le traitement « primaire » fait appel à des procédés physiques, avec décantation plus ou moins aboutie, éventuellement assortie de procédés physico-chimiques, tels que la coagulation-floculation.

- La décantation primaire classique consiste en une séparation des éléments liquides et des éléments solides sous l'effet de la pesanteur. Les matières solides se déposent au fond d'un ouvrage appelé « décanteur » pour former les « boues primaires ». Ce traitement élimine 50 à 55 % des matières en suspension et réduit d'environ 30 % la DBO et la DCO.

- L'utilisation d'un décanteur lamellaire permet d'accroître le rendement de la décantation. Ce type d'ouvrage comporte des lamelles parallèles inclinées, ce qui multiplie la surface de décantation et accélère le processus de dépôt des particules. Une décantation lamellaire permet d'éliminer plus de 70 % des matières en suspension et diminue de plus de 40 % la DCO et la DBO<sub>5</sub>.

- La décantation est encore plus performante lorsqu'elle s'accompagne d'une floculation préalable. La coagulation-floculation permet d'éliminer jusqu'à 90 % des matières en suspension et 75 % de la DBO<sub>5</sub>. Cette technique comporte une première phase d'adjonction d'un réactif, qui provoque l'agglomération des particules en suspension. Les amas de solides ainsi obtenus sont appelés « floes »[20].

### **I-11-1-3- Étapes Biologiques d'épuration**

#### **a) Traitements biologiques**

Dans la grande majorité des cas, l'élimination des pollutions carbonée et azotée s'appuie sur des procédés de nature biologique. Les traitements biologiques reproduisent les phénomènes d'autoépuration existant dans la nature. L'autoépuration regroupe l'ensemble des processus par lesquels un milieu aquatique parvient à retrouver sa qualité d'origine après une pollution.

Les techniques d'épuration biologique utilisent l'activité des bactéries présentes dans l'eau, qui dégradent les matières organiques. En France, c'est aujourd'hui le procédé des « boues activées » (cf. infra) qui est le plus répandu dans les stations d'épuration assurant un traitement secondaire.

Parmi les traitements biologiques, on distingue les procédés biologiques extensifs et intensifs [20].

### b) Procédés biologiques extensifs

Le lagunage utilise la capacité épuratrice de plans d'eau peu profonds. Les eaux usées sont envoyées dans une série de bassins. L'oxygène est apporté par les échanges avec l'atmosphère. La pollution organique se dégrade sous l'action des bactéries présentes dans le plan d'eau. Ce mode d'épuration permet d'éliminer 80 à 90 % de la DBO, 20 à 30 % de l'azote et contribue à une réduction très importante des germes. Il a cependant l'inconvénient d'utiliser des surfaces importantes [20].

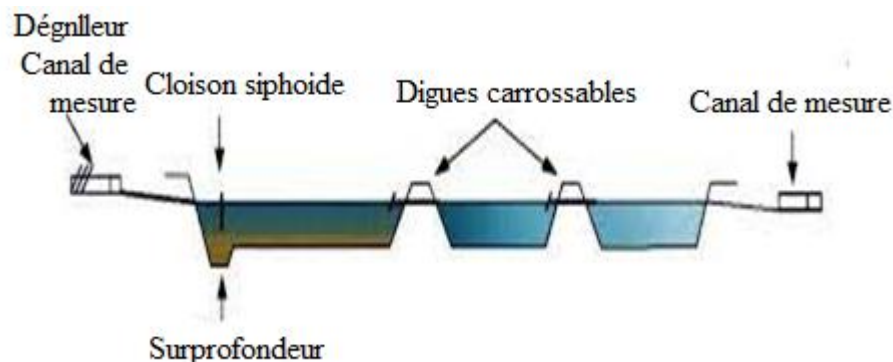


Figure I.1 Le principe d'un lagunage.

### c) Système Waste Water Gardens (WWG)

Le système WWG est un bioprocédé ou processus complexe mais naturel qui traite l'effluent des eaux usées et qui repose essentiellement sur les interactions symbiotiques entre des plantes capables de vivre dans des sols gorgés d'eau, le gravier et les microorganismes.

Le gravier sert de support au développement des plantes et des micro-organismes qui se nourrissent de composés organiques ou inorganiques présents dans l'effluent souterrain.

Les eaux usées se caractérisent par la présence de composés organiques et inorganiques en excès qui peuvent être utilisés comme source d'énergie par les plantes et les microorganismes.

Les racines fournissent une surface de développement importante pour la microfaune et la

microflore rhizosphériques. Elles libèrent de nombreux composés tels que les sucres produits par l'activité photosynthétique de la plante, des hormones, des enzymes ainsi que de l'oxygène et de l'eau. Les microorganismes rhizosphériques en retour favorisent la croissance de la plante. Il se crée une sorte de symbiose entre les eaux résiduelles et l'activité des microbes qui alimentent les plantes de façon permanente [21].

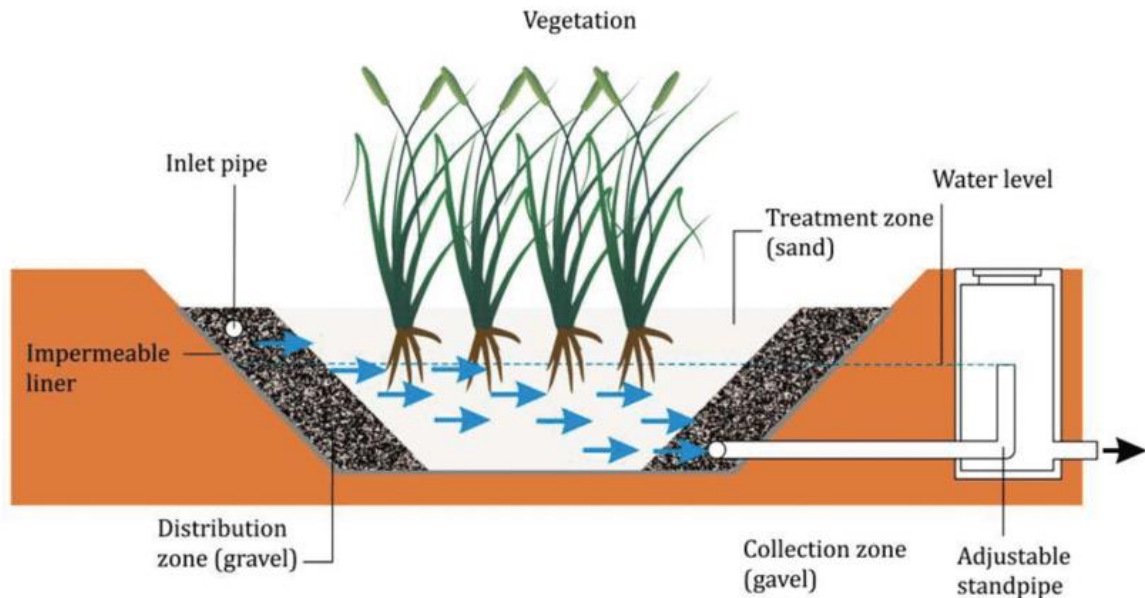


Figure I.2 Système Waste Water Gardens (WWG)

#### d) Procédés biologiques intensifs

Ils regroupent toute une série de techniques ayant en commun le recours à des cultures bactériennes qui « consomment » les matières polluantes. Il existe deux grandes catégories de procédés biologiques artificiels [20].

**e) Installations à « boues activées » :** il s'agit d'un système d'épuration aérobie, c'est-à-dire nécessitant un apport d'oxygène. La culture bactérienne est maintenue dans un bassin aéré et brassé. Les matières organiques contenues dans l'eau se transforment en carbone (sous la forme de dioxyde de carbone  $\text{CO}_2$ ) sous l'action des bactéries. Les résidus ainsi formés, contenant ce stock de bactéries, sont appelés « boues ». Après un temps de séjour dans un bassin d'aération, l'effluent est renvoyé dans un clarificateur, appelé aussi décanteur secondaire. Ensuite, les boues sont soit envoyées dans une unité de traitement spécifique, en vue de leur épandage agricole ou de leur élimination, soit réinjectées pour partie dans le bassin d'aération. On qualifie cette opération de « recirculation des boues » [20].

Les traitements par boues activées éliminent de 85 à 95 % de la DBO<sub>5</sub>, selon les installations. C'est le traitement biologique le plus simple et le plus fréquemment utilisé actuellement .

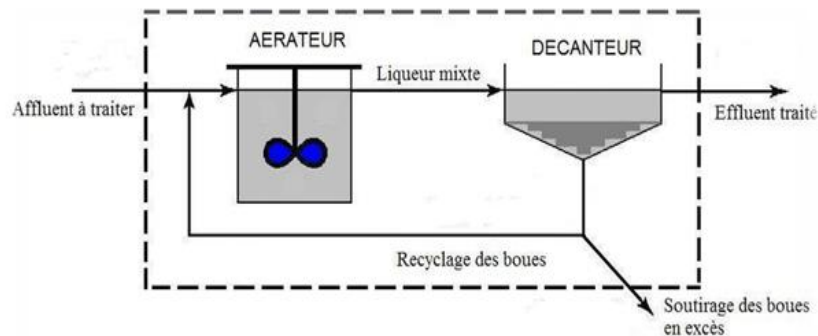


Figure I.3 Schéma de base du procédé de boues activées

Lit bactériens « **cultures fixes** ». La technique des lits bactériens consiste à faire ruisseler les eaux à traiter sur un support solide où se développe une culture de micro-organismes épurateurs, le « film biologique » ou « biofilm ». Le rendement maximum de cette technique est de 80 % d'élimination de la DBO.

**f) Biofiltration:** utilise une culture bactérienne fixée sur un support granulaire. Le milieu granulaire sert à la fois de filtre et de support aux cultures bactériennes. Cette installation offre donc la possibilité de réaliser conjointement la dégradation des matières polluantes et la clarification des eaux usées. Quel qu'il soit, le matériau retenu doit se caractériser par son action filtrante et permettre une fixation maximale des cultures biologiques. Un système d'aération apporte l'oxygène nécessaire à l'intérieur du filtre. Cette technique élimine environ 90 % de la DBO et peut également éliminer l'azote [20].

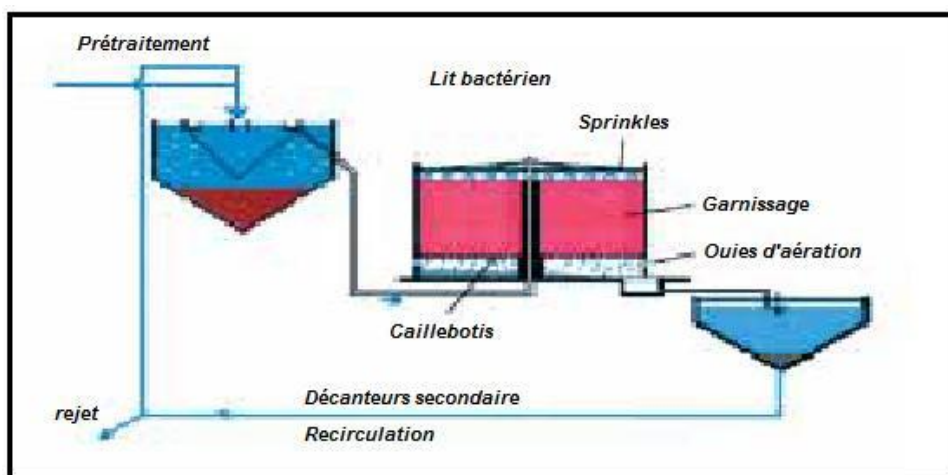


Figure I.4 Lit bactérien



**I-12- Traitement tertiaire**

Certains rejets d'eau traitée sont soumis à des règlements (actions spécifiques concernant l'élimination de l'azote, du phosphore ou des germes pathogènes qui nécessitent la mise en œuvre de traitement tertiaire.

L'élimination de l'azote concerne le traitement de nitrification-dénitrification qui ne peut être assurés que par voie biologique. L'élimination du phosphore concerne les traitements de déphosphoration, soit physicochimique, soit biologique[22].

**.I-13- Recycler les eaux usées après traitement**

Nous pouvons réutiliser les eaux usées après les avoir traitées dans plusieurs domaines, après avoir effectué les tests et analyses de laboratoire nécessaires pour garantir leur adéquation, notamment : irrigation et irrigation agricole, usage industriel et domestique [16].

...

# CHAPITRE II

# LA PHYTOEPURATION

## II-1- Introduction

Le processus des stations d'épuration dans les stations d'épuration régule l'eau sale, et grâce à cette activité et au grand rôle que jouent les plantes dans la protection de l'environnement, c'est un processus naturel qui mélange les plantes, le sol et les micro-organismes dans un traitement artificiel des eaux usées.

La présence de plantes dans les étangs de terre humides est formée à partir des tiges, des racines et des feuilles est le meilleur endroit pour la croissance des micro-organismes qui détruisent la matière organique trouvée dans les eaux usées[2].

## II-2- Définition de l'épuration

Dans les eaux usées, l'épuration est le procédé qui vise à restituer les eaux usées rejetées Une qualité qui répond aux exigences du milieu récepteur, il s'agit d'éviter la pollution de l'environnement avec la production d'eau non potable[23].

### II-2-1- Principe de traitement

Le principe est simple, il existe une symbiose entre les bactéries végétales au niveau des petites racines, les bactéries aérobies transforment la matière organique en une substance minérale pouvant être absorbée par les plantes, en retour alimentent les plantes en oxygène par leurs racines en bactéries[2].

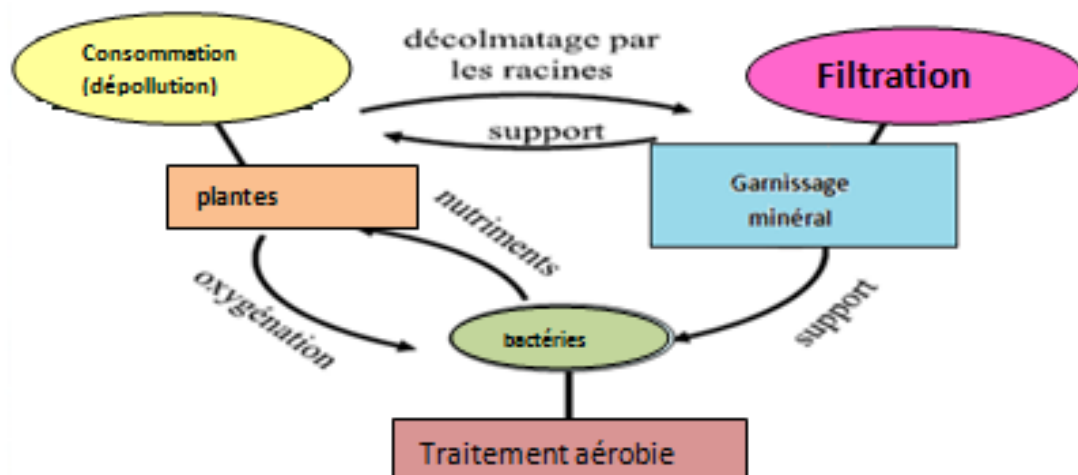


Figure II.1 Le principe de traitement

### II-2-2- Étapes de traitement par bassins filtres plantés

Après avoir été prétraités, les eaux usées vont subir trois principaux traitements simultanés en s'écoulant dans des bassins filtres :

### II-2-2-1- Traitement physique

filtration au travers des systèmes racinaires, de pouzzolane, et de graviers, rétention d'une partie des matières solides en suspension[1].

### II-2-2-2- Traitement chimique naturel

précipitation des composés insolubles, absorption de phosphate par les plantes et Nitrates et décomposition de divers polluants domestiques sous l'effet des sécrétions racinaires de la plante, qui développe un réseau racinaire très dense (rhizomes)[1].

### II-2-2-3- Traitement biologique

Les bactéries fixées aux racines des plantes décomposent les sédiments accumulés en éléments simples, solubles dans l'eau et nutritifs pour les plantes (en se nourrissant de cet oxygène, elles vont transformer des substances matière organique de l'eau en une substance minérale assimilable par les plantes).les plantes vont compléter cette filtration en éliminant les phosphates et réduire les niveaux de certains polluants (dont le phosphore et l'azote)[1].

## II-3- Types de filtres implantés

Il existe trois types de filtres :

Horizontales et verticales :

elles diffèrent selon le mode d'alimentation, le sens d'écoulement de l'eau et les conditions de traitement aérobie.

Le troisième type est constitué de filtres à flux hybrides implantés[5].

### II-3-1- Filtres à écoulement horizontal

Les filtres ne fonctionnent pas avec un écoulement horizontal sur la surface, comme verticalement. Filtration verticale des matériaux solides et volumineux et filtration horizontale des petits matériaux. Par exemple, si l'écoulement des eaux usées est accompagné de poussière, de gravier et de certains matériaux liquides volumineux, alors cette filtration est à l'étage vertical, tandis que la filtration des matières dissoutes et des petites matières organiques se fait selon l'étage horizontal, qui joue dans lequel l'oxygène joue un rôle actif dans la filtration horizontale et inversement, ainsi que le manque d'oxygène conduit à la non-oxydation de plusieurs substances[5].

#### II-3-1-1- Bases de dimensionnement

Un lagunage naturel est composé, le plus souvent, de plusieurs bassins étanches ou (lagunes à microphytes), fonctionnant en série[24].

#### II-3-1-2- Nombre de lagunes

L'installation de trois lagunes est fréquente et permet d'assurer un bon niveau de fiabilité de fonctionnement pour l'élimination de la matière organique. Les performances les plus élevées,

en ce qui concerne la désinfection, ne sont atteintes qu'avec une compartimentation plus grande (jusqu'à six lagunes en série).

#### **Le rôle respectif des différents bassins est le suivant**

- le premier permet, avant tout, l'abattement de la charge polluante carbonée .
- le second permet l'abattement de l'azote et du phosphore.
- le troisième affine le traitement et fiabilise le système, en cas de dysfonctionnement d'un bassin amont ou lors d'une opération d'entretien [24].

#### **II-3-1-3- Mise en oeuvre**

##### **a) Compartimentation**

Pour des tailles supérieures à 500 m<sup>2</sup>, un fractionnement en plusieurs unités de taille réduite facilitera l'entretien et améliorera la répartition hydraulique.

Pente La pente du fond du lit doit permettre de vidanger complètement le filtre. La pente ne doit cependant pas provoquer l'assèchement des racines au niveau de la sortie. Une variation de la profondeur du lit égale à 10 % de la hauteur de matériau à l'entrée est suffisante[24].

##### **b)Matériaux**

A l'origine, le procédé s'est développé en utilisant du sol en place, tout en préconisant d'atteindre, à terme, une conductivité hydraulique de  $3.10^{-3}$ m/s. Bon nombre de filtres ont été construits en faisant l'hypothèse que la conductivité hydraulique augmenterait avec le développement racinaire.

Suite à de mauvaises expériences, il est désormais préconisé d'utiliser des graviers lavés, de granulométries différentes suivant la qualité des eaux entrantes (3-6, 5-10, 6-12 mm) [24].

##### **c)Végétaux**

La variété la plus largement utilisée est le roseau *Phragmites Australis* en raison de sa vitesse de croissance, de développement racinaire et de sa résistance aux conditions de saturation du sol. La plantation peut se faire à l'aide de graines, de jeunes pousses ou de rhizomes avec une densité de l'ordre de 4 par m<sup>2</sup>[24].

#### **II-3-1-4- Conception:**

##### **II-3-1-4-1-Choix des terrains**

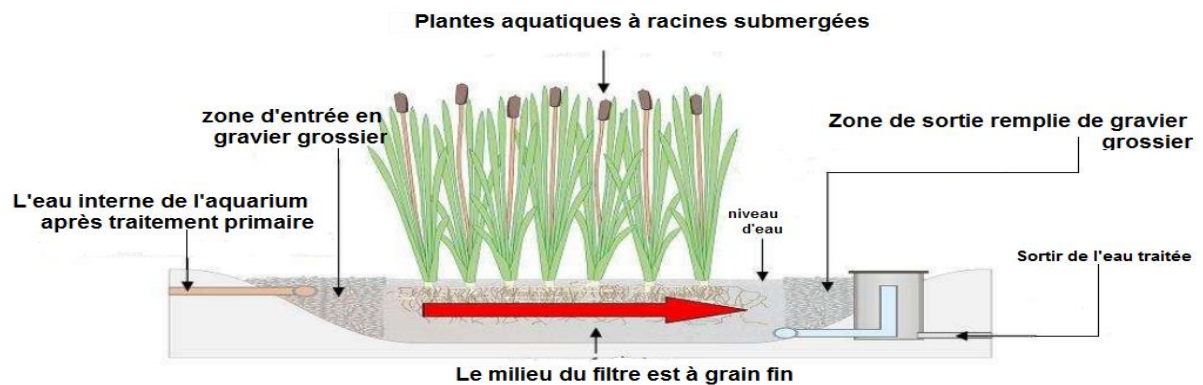
Les contraintes de site sont les suivantes :

- **Pression foncière importante .**
- **Relief**
  - un dénivelé de 1 à 2 mètres entre le point d'alimentation de la future station et l'aval permet d'alimenter les filtres par gravité.
  - Le dénivelé requis n'est pas très important en raison de l'écoulement horizontal.

**Caractéristiques du sol en fond de filtre :** si le sol est argileux, l'étanchéité naturelle peut être atteinte par simple compactage (conductivité requise  $1.10^{-8}$ m/s). Dans le cas contraire, la pose d'une géomembrane imperméable est nécessaire[24].

**Tableau II.1 Exploitation des filtres plantés à écoulement horizontal**

Tâches	Fréquence	Observations
Entretien des ouvrages de prétraitement	1/semaine	Le but est de s'assurer de leur bon fonctionnement et qu'ils ne rejettent pas trop de MES pouvant provoquer un colmatage[24].
Ajustement du niveau de sortie	1/semaine	L'ajustement régulier du niveau d'eau de sortie permet d'éviter les écoulements de surface, Pour des stations importantes (> 500 m <sup>3</sup> /j), la vérification du niveau de sortie pourrait demander un passage quotidien. L'hydraulique de ce genre de procédé est un point clef. Il convient de vérifier la bonne distribution de l'effluent dans le filtre. Le curage du dispositif d'alimentation doit être prévu lors de la conception[24].
Végétation Désherbage	1ère année	Lors de la première année il est utile de réaliser un désherbage manuel des adventices pour ne pas gêner le développement des roseaux . Cette opération peut également se faire en noyant légèrement la surface du filtre (10 cm) au détriment des rendements d'épuration .Une fois la predominance établie, cette opération n'est plus nécessaire[24].
Faucardage	Inutile	L'absence d'écoulement de surface permet d'éviter le faucardage. Les végétaux morts ne gênent en rien l'hydraulique des filtres et de plus permettent d'isoler thermiquement le filtre[24].
Autres opérations d'entretien	Chaque visite	Tenir un cahier d'entretien notant toutes les tâches effectuées et les mesures de débit (canal débitmétrique, temps de fonctionnement des pompes), pour une bonne connaissance des flux. Cela permet en outre de produire des bilans de fonctionnement[24].



**Figure II.2 Coupe transversale schématique d'un filtre à écoulement horizontal**

### II-3-2- Filtres plantés à écoulement vertical

L'épuration verticale dépend d'un ensemble de processus en conditions aérobies, qui se déroulent comme suit :

- Les filtres à flux vertical sont installés avec la surface pour permettre aux effluents de s'écouler verticalement et à travers le sol.
- Rétention physique des solides en suspension à la surface du filtre.
- Ce type d'appareil permet le stockage et la minéralisation des boues en prétraitement afin d'atteindre une stabilité pour la filtration des boues.
- Décomposition biologique des solutés dans la biomasse bactérienne aérobie installée sur sol non saturé[5].

#### II-3-2-1- Bases de dimensionnement

Le dimensionnement des filtres verticaux a été établi empiriquement en définissant les charges organiques surfaciques journalières limites acceptables (20 à 25 g DBO<sub>5</sub> m<sup>2</sup> .j<sup>-1</sup> de surface totale plantée). Le premier étage est dimensionné pour recevoir environ 40 g DBO<sub>5</sub> m<sup>2</sup> .j<sup>-1</sup> représentant ainsi 60 % de la surface totale, soit environ 1,2 m<sup>2</sup> /EH. Quand le réseau est unitaire ou partiellement unitaire. Chapitre II La phytoépuration 28 Le dimensionnement du premier étage est porté à 1,5 m<sup>2</sup> /EH. Cet étage est compartimenté en un nombre de filtres multiple de 3, ce qui permet d'obtenir des périodes de repos de 2/3 du temps. La surface du deuxième, étage est généralement de 40 % de la surface totale soit environ 0,8 m<sup>2</sup> /EH. A cet étage, le temps de repos nécessaire est égal à celui du fonctionnement, nécessitant donc la mise en place d'un nombre de filtres multiple de 2 et égal au 2/3 du nombre de filtres utilisés pour le premier [24].

### II-3-2-2- Mise en oeuvre

#### a) Plantation

Théoriquement, plusieurs espèces de plantes peuvent être utilisées (Scirpus spp, Typha...), mais les roseaux (de type Phragmites australis), par leur résistance aux conditions rencontrées (longue période submergée du filtre, périodes sèches, fort taux de matières organiques), et la rapide croissance du chevelu de racines, sont souvent utilisés dans les climats tempérés. La densité de plantation est de 4 plants/m<sup>2</sup>[24].

#### b) Alimentation

La vitesse d'alimentation en eaux usées brutes doit être supérieure à la vitesse d'infiltration pour bien répartir l'effluent. Les dépôts qui s'accumulent à la surface contribuent à amoindrir la perméabilité intrinsèque du matériau et donc améliorent la répartition de l'effluent. Les végétaux limitent le colmatage de surface, les tiges perçant les dépôts accumulés. Les arrivées d'eau se font en plusieurs points[24].

#### c) Evacuation

La couche inférieure de gravier 20 - 40 mm assure le drainage de l'effluent.

et munis d'entailles larges, sont préférentiellement utilisés car ils sont peu sensibles au colmatage. Chaque drain est relié à une cheminée d'aération[24].

#### d) Matériau

Le matériau de garnissage du premier étage se compose de plusieurs couches de gravier. La couche active est du gravier présentant une granulométrie de 2 - 8 mm, pour une épaisseur de l'ordre de 40 cm. Les couches inférieures sont de granulométrie intermédiaire (10 - 20 mm) permettant d'atteindre une couche drainante de gravier (granulométrie 20 - 40 mm). Le deuxième étage affine le traitement. Les risques de colmatage sont moindres. Il est composé d'une couche de sable d'une hauteur d'au moins 30 cm[24].

### II-3-2-3- Conception

#### II-3-2-3-1- Choix des terrains

Les contraintes de site sont les suivantes :

- **Pression foncière** : La surface impliquée par ce procédé rend parfois impossible son installation pour des agglomérations de taille moyenne soumises à de fortes pressions foncières.
- **Relief** : Un dénivelé de l'ordre de 3 à 4 mètres entre les points amont et aval permet d'alimenter les filtres par gravité (siphons ne nécessitant aucun apport d'énergie). Pour des collectivités d'une taille proche de 3000 /4000 EH, la mise en place de pompes peut devenir nécessaire[24].



Tableau II.2 Exploitation des filtres plantés à écoulement vertical

Tâches	Fréquence	Observations
Désherbage	1ère Année	-Désherbage manuels adventices. . Une fois la prédominance établie, cette opération n'est plus nécessaire[24].
Faucardage	1/an (automne)	-Faucardage et évacuation des plantes. Les évacuer permet d'éviter leur accumulation à la surface des filtres. Dans le but de réduire ce temps d'entretien, les plantes peuvent éventuellement être brûlés si les tuyaux d'alimentation sont en fonte[24].
Suivi et Entretien régulier	1/ trimestre 1/ semaine	-Nettoyer le siphon d'alimentation du premier étage au jet d'eau sous pression. -Des analyses régulières de nitrates dans l'effluent permettent de donner une indication sur la santé de la station [24].
Entretien courant	1 à 2/ semaine 1/semaine 2/ semaine	-Nettoyer le dégrilleur. -Vérifier régulièrement le bon fonctionnement des appareils électromécanique et détecter les pannes le plus rapidement possible -Manoeuvre des vannes [24].
Autres Opérations D'entretien	Chaque visite	-Tenir un cahier d'entretien notant toutes les tâches effectuées, Les mesures de débit (canal débit métrique, temps de fonctionnement des pompes), pour une bonne connaissance des flux. Cela permet e en outre de produire des bilans de fonctionnement[24].

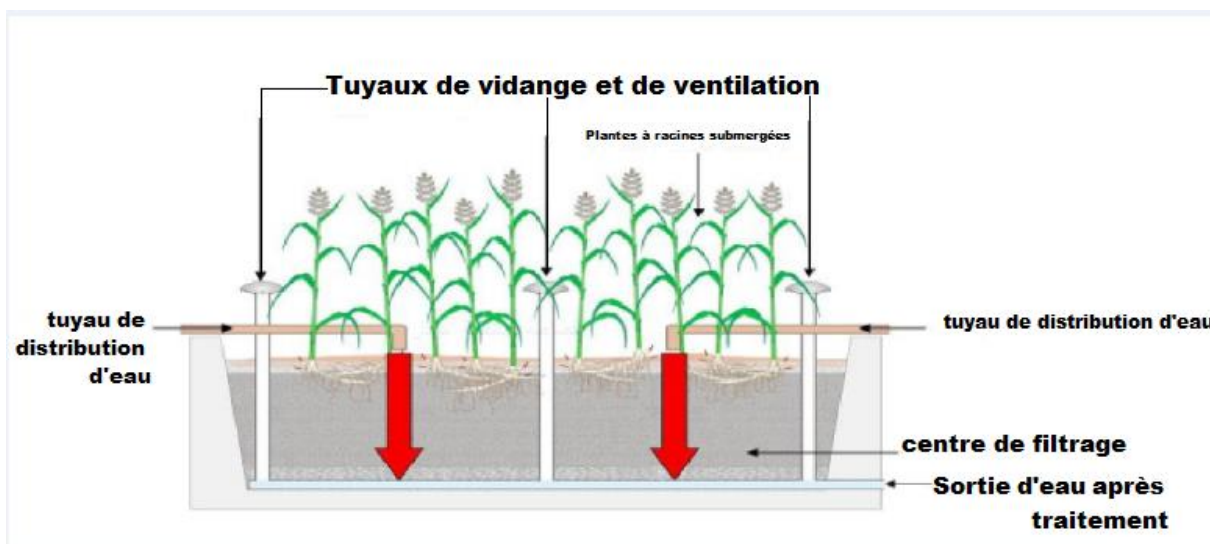


Figure II.3 Coupe transversale d'un filtre planté à écoulement vertical

**II-4- Avantages et inconvénients des filtres plantés à écoulement vertical et filtres à écoulement horizontal**

Tableau II.3 Avantages et inconvénients des filières

Filière	Avantages	Inconvénients
<b>Filtres plantés à écoulement horizontal</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Faible consommation d'énergie.</li> <li>- Pas de nuisances sonores et bonne intégration paysagère.</li> <li>- Pas besoin de refaire remise en état de pression pour maintenance bonne réaction aux charges différentielles.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Forte adhérence au sol, y compris aux abords.</li> <li>- C'est environ 10m<sup>2</sup>/EH (équivalent à la superficie d'un lac naturel). Installation unique pour les tailles à partir de 2000 à 15 000 EH</li> <li>-Peut être considéré sous réserve d'un examen attentif des conditions adapter les règles de dimensionnement et en assurer la maîtrise composants hydrauliques[24].</li> </ul>
<b>filtres plantés à écoulement vertical</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coût d'exploitation facile et faible.</li> <li>- Il n'y a pas de consommation d'énergie si le terrain le permet.</li> <li>- Traitement des eaux usées domestiques cru.</li> <li>- Gestion minimale des boues Matière organique retenue sur les filtres premier étage.</li> <li>-Bonne adaptation aux changements saisonniers de la population.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Exploitation régulière, faucardage annuel de la partie aérienne des roseaux, désherbage manuel avant la prédominance des roseaux .</li> <li>- Utiliser cette filière pour des capacités supérieures à 2000 EH reste très délicat pour des questions de maîtrise de l'hydraulique et de coût par rapport aux filières classiques .</li> <li>- Risque de présence d'insectes ou de rongeurs [24].</li> </ul>

### II-5- Filtres plantés à écoulement mixte

C'est la base pour collecter deux types de filtres (verticaux et horizontaux) qui reposent sur une bonne nitrification (craquage de la matière organique) suivie d'une dénitrification dans des filtres horizontaux car la dénitrification dans la deuxième étape n'est pas un processus difficile [5].

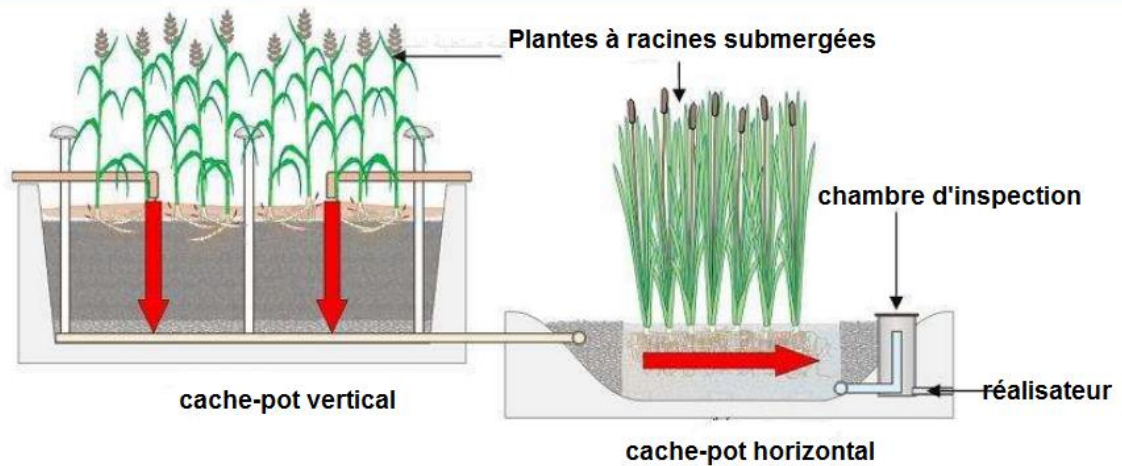


Figure II.4 Coupe transversale d'un filtres plantés à écoulement mixte

### II-6- Rôle des plantes aquatiques dans les stations d'épuration

La présence de plantes est l'une des caractéristiques distinctives les plus importantes des plantes phytothérapeutiques par rapport aux autres systèmes naturels utilisés dans le traitement des eaux usées, où les feuilles des tiges des plantes sont immergées dans des surfaces sans danger pour l'eau pour la croissance de la biomasse sur celles-ci, et la les tissus végétaux submergés sont colonisés par des algues et des bactéries **Figure II.5**, l'élève consomme des nutriments et fournit de l'eau avec de l'oxygène dissous grâce à la photosynthèse et à la digestion bactérienne de la matière organique[3].

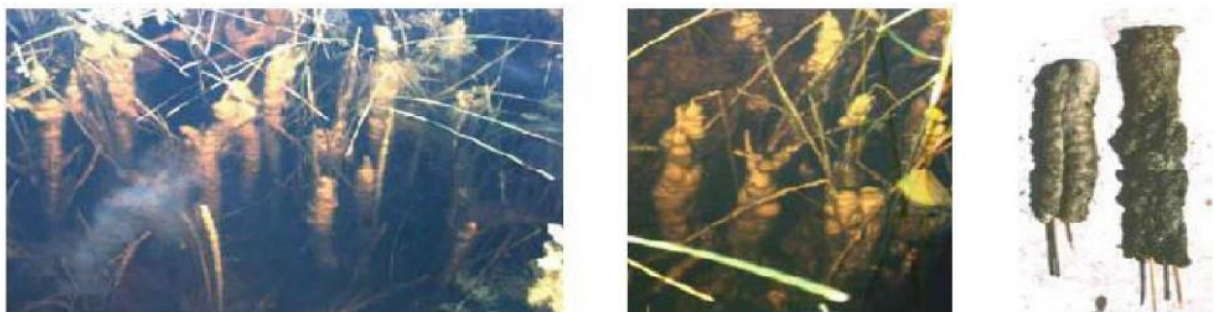
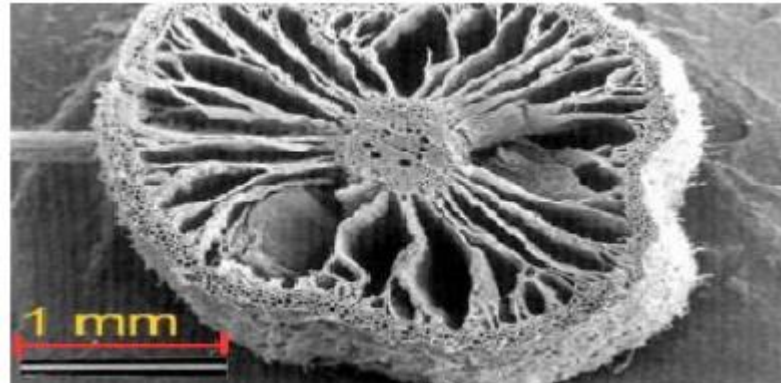


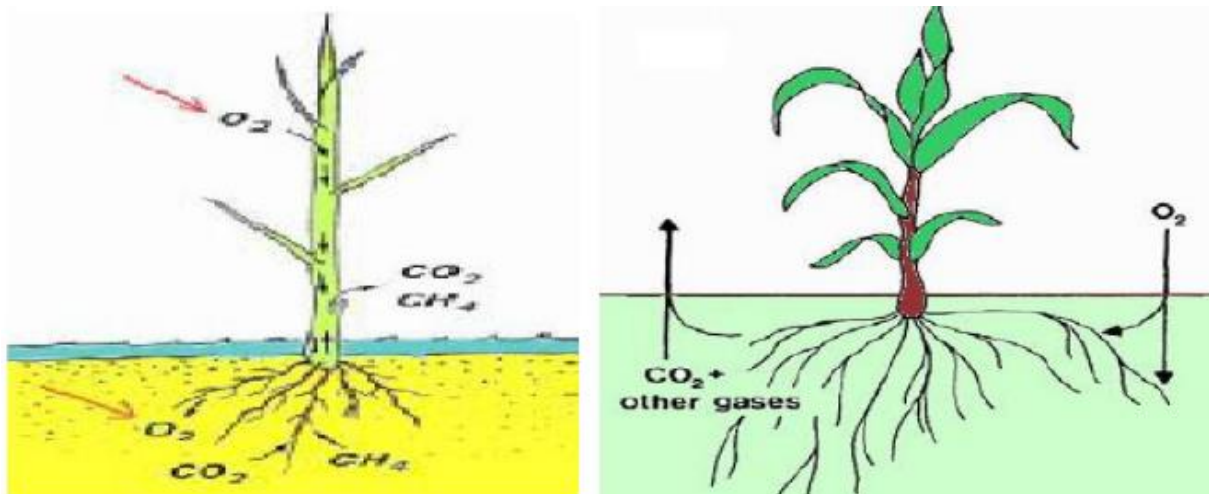
Figure II.5 Des colonies d'algues et de bactéries se forment sur les tiges des plantes submergées.

La présence de bouches d'aération et de trous **Figure II.6** dans les racines, les demi-racines, les pattes et les feuilles est l'une des caractéristiques les plus importantes des plantes aquatiques d'un point de vue structurel, et la présence de tissus végétaux remplis d'air aide [3].



**Figure II.6** Vacuoles d'air dans une racine de plante

La présence d'espaces denses avec des espaceurs entre eux maintient l'intégrité structurelle de la plante et la renforce de tout impact négatif de l'eau sur elle, car l'eau peut occuper un volume de 60% du volume total des tissus cellulaires, car ces vides jouent le rôle des réserves d'oxygène, qui à leur tour se déplacent pour être libérées dans le milieu par les racines et à travers les parties submergées de la plante **Figure II.7** [3].



**Figure II.7** Transport de l'oxygène atmosphérique vers la plante par les racines

Le tableau suivant résume le rôle des usines de traitement :

**Tableau II.4 Rôle des plantes au sein des plantes de phytothérapie**

Parties de la plante	L'importance du traitement
<p><b>tissu végétal entouré d'air atmosphérique</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Faible luminosité → faible croissance du phytoplancton.</li> <li>-L'effet d'un léger changement dans le climat → isolation thermique pendant l'hiver.</li> <li>-Faible vitesse du vent → réduit le risque de fort déracinement des plantes le vent.</li> <li>-Vue esthétique de la station d'épuration.</li> <li>- Stocker les nutriments dans [3],[11].</li> </ul>
<p><b>tissus végétaux imbibés d'eau</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Effet de la filtration → expulsant les gros précipités vers l'extérieur.</li> <li>-Fournit une surface pour la croissance du biofilm.</li> <li>- Il libère de l'oxygène dissous dans le milieu aqueux, ce qui augmente la décomposition aérobie des polluants.</li> <li>-Consommez des nutriments [15].</li> </ul>
<p><b>Racines et similaires racines Au milieu du filtre ou le sol</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Fournit la végétation de la surface de filtration (sol).</li> <li>-Il évite le colmatage des bassins à écoulement vertical.</li> <li>-Libère de l'oxygène, ce qui aide à la nitrification.</li> <li>-Consommez des nutriments.</li> <li>-Édition d'antibiotiques [11].</li> </ul>

# CHAPTER III

# EXPERIMENTATION



### III-1- Introduction

Dans ce chapitre, nous aborderons des informations générales sur la zone d'étude géographique de Témacine et N'goussa et le climat, puis nous mettrons en évidence la station dans la zone et définirons le système[1].

Et nous suivrons les différences entre certains facteurs physiques et chimiques dans le traitement des eaux usées à travers les deux stations d'épuration de Témacine et de N'goussa.

### III-2- Présentation de la zone d'étude (Touggourt)

**Localisation astronomique:** La ville de Touggourt est située entre:

- 33,116° de latitude nord.
- 6,0783° E de longitude.



Figure III.1 Carte géographique Touggourt

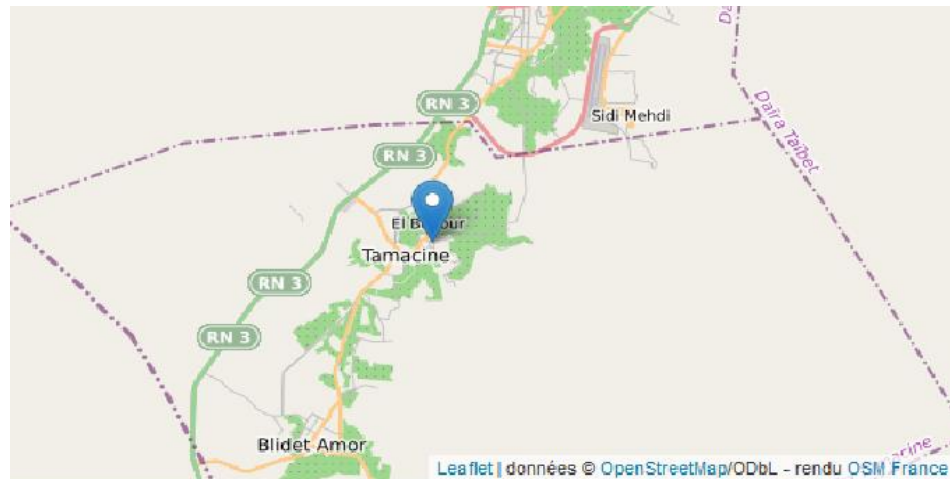
### III-3- Présentation de la zone de Témacine

Témacine est une commune de la wilaya de Touggourt qui se situe dans la région de (Oued Righ), au Sud-Est Algérien, aux points géographiques suivants :

- latitude : 33°01' Nord
- longitude : 06°01' Est

Elle est limitée au Nord par Nezla, au Sud par Blidet amor, à l'Est par M'naguer et à l'Ouest par EL-alia.

Sa superficie est de 300 Km<sup>2</sup>, représentant 18% de la surface totale de la wilaya [25].



**Figure III.2 Carte géographique Témacine.**

### III-4- Station d'épuration WWG (Waste Water Gardens) de Témacine

C'est en 2004, à l'issue d'une rencontre pluridisciplinaire et multiculturelle, organisée par M. le cheikh de la Zaouïa Tidjania de Témacine et l'association SHAMS afin d'envisager les conditions d'un développement et d'un avenir durable, qu'à été donné par les autorités locales de Témacine une première demande devis ? Pour un système pilote Waste Water Gardens de traitement des eaux usées. Et suite à plusieurs échanges avec le ministère des ressources en eaux, direction de l'assainissement et de la protection de l'environnement (MRE/ DAPE) et des personnes de la commune de Témacine, puis à un appel d'offre financé par la coopération Technique Belge (CTB), avec une construction locale prise en charge par la commune de Témacine, l'étude de la réalisation de cette unité pilote en Algérie, traitant 15 m<sup>3</sup>/jour d'eau usées d'origines résidentielles, en bordure du vieux Ksar de Témacine[25].

#### ➤ Climat

Le Climat de TEMACINE de type désertique:

Chaud et sec pendant la saison estivale de mai à septembre, et frais de décembre à février[1].

#### ➤ Température

La température moyenne annuelle est de 22°C, avec 36°C pour le mois de juillet le plus chaud et 11°C pour le mois de janvier le plus froid [1].

#### ➤ Vents

Les vents soufflent généralement dans la région de Temasin au nord-est et au sud. Il a une vitesse annuelle moyenne de 3 m/s [1].



### ➤ Précipitations

La pluviométrie dans la région d'étude est très réduite et irrégulière à travers les saisons et les années (moins de 200 mm annuelles). Sa répartition est marquée par une sécheresse presque absolue, du mois de Mai jusqu'au mois d'Août [1].

### ➤ Humidité

L'humidité relative de l'air est très faible. La moyenne annuelle est de 48,3%, un maximum de 72% en décembre et un minimum de 30% pour juillet [1].

### ➤ Evaporation

L'évaporation est très importante, son intensité étant fortement renforcée par les vents et notamment ceux qui sont chauds.

La valeur maximale est de l'ordre de 371,2 mm au mois de Juin et 51,8 mm comme valeur minimale au mois de Janvier, avec un total annuel de l'ordre de 2000 mm /an [1].

### ➤ Insolation

L'ensoleillement est grand à TEMACINE, il est de 269 heures/mois, jusqu'à un maximum en juillet, pour 350 heures et un minimum de 200 heures [1].

## III-5- Présentation de la station pilote WWG

La station pilote WWG de vieux Ksar de Témacine été essentiellement créée dans le but de traiter 15 m<sup>3</sup>/Jour d'eaux usées pour une production de 100 personnes et à raison de 150 L par habitant/jour.

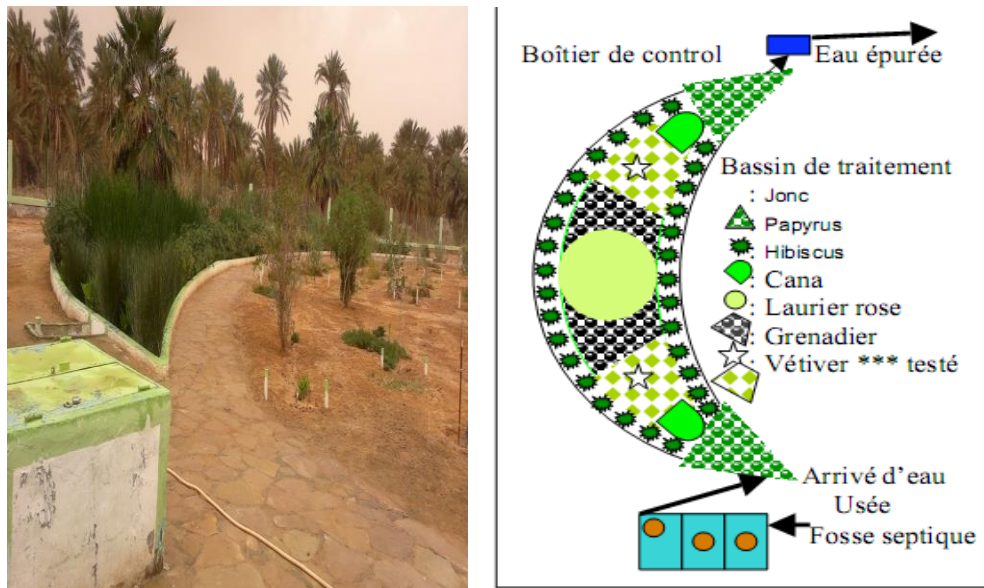
La gestion actuelle de la station est assurée par l'office National d'assainissement qui surveille les paramètres de fonctionnement et le suivi des plantes du bassin WWG

Les eaux usées sortant et traversant le filtre de la fosse septique après un traitement primaire qui dure 3 jours, se dirigent gravitairement et sous terre vers le bassin WWG où elles subissent un second traitement qui dure 05 jours au minimum afin d'augmenter le taux d'épuration.

Au démarrage en 2006, il a été implanté dans le bassin WWG 1000 plantes représentant 23 espèces.

Compte tenu des conditions climatiques rendues difficiles par les vagues de chaleur particulièrement en période estivale, beaucoup de plantes ont été détruites et remplacées par

d'autres plantes sous la direction de l'institut National de Recherche Agricole (l'I.N.R.A) de Sidi Mahdi, selon des méthodes étudiées **Figure III.3[25]**.



**Figure III.3 la station pilote WWG**

### III-6- Dimension du la station

- ✓ Temps de résidence des eaux usées :
- ✓ Le temps de résidence dans la fosse septique est de 3 jours.
- ✓ Le temps de résidence dans le bassin WWG de 5 jours afin d'augmenter le taux d'épuration de l'eau.
- ✓ Le niveau de l'eau dans le bassin est de 0.55 m, recouvert par une couche de gravier allant- 10 à 15 cm.
- ✓ Le volume total de la fosse septique est de 45 m<sup>3</sup>
- ✓ Le volume total du bassin WWG surface est de 400 m<sup>2</sup>.
- ✓ Volume total de 260 m<sup>3</sup>, gravier inclus est de 88 m<sup>3</sup> seulement pour l'eau.
- ✓ Des murs de ralentissement du flux de l'eau à l'intérieur du bassin ont été rajoutée afin d'assuré que les eaux résident le temps nécessaire dans le bassin[25].

### III-7- Étapes de traitement

Le processus de traitement comprend les étapes suivantes:

- Une tranchée contenant trois parties :

1. **(Dégrillage)** : Élimination des déchets plastiques et solides.
2. **(Dessablage)** : Enlèvement du sable.

3. **(Déshuilage):** Se débarrasser des huiles et de la graisse tout au long de la « vie»

Le traitement biologique est effectué dans des bassins contenant des plantes sous-marines.

Les eaux usées traitées sont destinées à arroser les arbres forestiers.

#### III-7-1- Equipement de la station de Témacine

**Fossé septique:** est divisé trois bassins

##### III-7-1-1- Bassin 1 (Dégrillage)

Il s'agit d'un bassin en béton armé de 2 mètres de long, 1 mètre de large, 3 mètres de profondeur et avec une couverture circulaire de 50 cm de diamètre en plus de contenir un tamis en fer pour recueillir des solides de grande taille, où la durée de l'eau à l'intérieur du bassin est de 3 jours.



**Photo III.1 Dégrilleur.**

##### III-7-1-2- Bassin 2 (Dessablage)

Il s'agit d'un bassin en béton de 2 mètres de long, 1 mètre de large, de 3 mètres de profondeur, contenant un mur qui permet au sable de se déposer et ralentit l'écoulement de l'eau.

##### III-7-1-3- Bassin 3 (Déshuilage)

Il s'agit d'un bassin en béton armé de 2 mètres de long, 1 mètre de large, 3 mètres de profondeur, contenant un tube perforé entouré d'une fibre recouverte de plastique d'un diamètre de 170 mm.



Photo III.2 Déshuilage.

#### III-7-1-4- Bassin WWG

Le bassin WWG est une zone artificielle et humide à flux souterrain horizontal. Il est dimensionnée pour traiter 15 m<sup>3</sup> d'aux grises et fécales Par jour, correspondant à la production de 100 personnes à raison de 150 l / perso / jour. (le temps de séjours de l'eau dans le bassin est de 05 jours en minimum). **Figure III.4 [25].**



Figure III.4 Le bassin WWG

#### III-7-1-5- Choix des plantes

Le choix des plantes qui peuvent être utilisées pour une unité WWG et la zone des drains, dépend bien entendu du climat local (et des conditions des sols pour la partie des drains). Dans la zone des drains, il est préférable de choisir des plantes dont les racines ne seront pas trop agressives.

Selon l'objectif du système, la sélection des plantes pourra se faire selon les critères suivants :



- Valeur commerciale, si elles sont récoltables, (plantes alimentaires, fruits, fourrage, fibres à tresser, bois à croissance rapide, fleurs de coupes,....etc.)
- Valeur décorative, plantes à floraison, jeu de couleurs, forme, texture,....)
- Valeur écologique, plantes abritant certaines espèces animales, abeilles, papillons, et servant de nourriture aux oiseaux,....etc.
- Valeur biodiversité – plantes augmentant la biodiversité de l’environnement de monoculture par exemple
- Valeur d’écosystème, plantes protégeant le sol contre l’érosion, servant de coupe-vent ou créant de l’ombre, avec une diversité suffisamment importante pour permettre une stabilisation du milieu équivalente à celle d’un écosystème naturel, meilleur garantie pour un fonctionnement optimal dans le long terme [25].

#### III-7-1-6- Boîtier de contrôle

Le boîtier de contrôle est généralement placé dans l’unité de traitement WWG ou à l’extérieur comme c’est le cas de la station pilote WWG de Témacine. Il est à base de béton armé et se distingue par son imperméabilité.

Le boîtier de contrôle comme l’indique son nom, permet de contrôler le niveau d’eau dans l’unité et facilite l’écoulement de l’eau traitée vers la zone de drain[21].



Figure III.5 Boîtier de contrôle.



**Figure III.6 L'eau traitée.**

### **III-8- Zone de drainage**

L'eau rejetée par le bassin WWG est dirigée vers des tranchées de drainage qui peuvent alimenter la zone verte de la plante, dont les plantes bénéficient également des nutriments encore présents dans l'eau.

17 espèces de plantes ont été utilisées dans la région, qui sont des espèces fruitières.

Malheureusement, une salinité élevée est un problème pour le succès de ces plantes[26].



**Figure III.7 Zone de drainage.**

### III-9- Quelques plantes utilisées dans le bassin WWG de Témacine

Le bassin WWG de Témacine contient 8 espèces de plantes :

- ♦ Le jonc (Juncus)
- ♦ La massette
- ♦ Hibiscus
- ♦ Canna
- ♦ Faux Bananier
- ♦ Le papyrus
- ♦ Washingtonia
- ♦ Le laurier

#### III-9-1- Jonc

**Nom scientifique :** Juncus effusus

**Famille :** Juncaceae.

**Type:** effusus



**Photo III.3 Juncus effusus.**

#### III-9-1-1- Description

Le jonc est une plante des régions tempérées. En fonction de l'espèce, il peut atteindre 1,50 m de hauteur et s'étaler sur 1 m. Son feuillage caduc, persistant ou semi-persistant, sert de gaine basale aux tiges. Le jonc est doté de longues tiges, droites, ligneuses, lisses, solides, de forme

cylindrique et d'un vert luisant. Certaines variétés ont des tiges en spirale. Durant l'été, le jonc donne de petites fleurs vertes ou brunes, rondes et disposées le long des tiges.

Il existe plusieurs espèces de jonc. Le jonc bleu est une espèce caractérisée par une inflorescence sphérique de couleur brune installée au bout des tiges. Il fleurit entre juillet et août. Ses feuilles sont persistantes, vertes, arrondies et pointues. Le jonc bleu peut se dresser sur 50 cm de hauteur. Nous pouvons aussi mentionner le jonc tortueux qui présente des tiges érigées, en spirale, de couleur vert foncé, traversées par des bandes jaunes. Très attirant, il peut atteindre 80 cm de hauteur. Sa floraison s'étend de mai à juin avec des fleurs toutes petites, de couleur beige verdâtre.

Les tiges du jonc se terminent par des boutons de fleurs aux pétales en forme de pointe[27].

### III-9-1-2- Utilisations

Au Japon les tiges séchées servent à faire les semelles de sandales et les tatamis[28].

### III-9-2- Balisier rouge

**Nom scientifique :** Canna indica.

**Famille :** Cannaceae.

**Type:** indica.



Photo III.4 Canna indica.



### III-9-2-1- Description

L'espèce est originaire d'Amérique tropicale, en particulier des Caraïbes. Elle a été largement diffusée dans toutes les régions tropicales où elle peut facilement devenir subspontanée. Les archéologues ont découvert que le canna était cultivé au Pérou il y a 4 500 ans.

*Canna indica* est une plante vivace tropicale pouvant mesurer entre 0,5 m et 2,5 m de haut selon la variété.

Les larges feuilles ressemblent à celles du bananier. Elles sont larges, vertes ou vert violet, avec des pétioles courts et une forme elliptique. Elles peuvent mesurer 30 à 60 cm de long et 10 à 25 cm de large, avec la base obtuse ou étroitement cunéiforme et l'apex brièvement acuminé ou fort.

Les fleurs apparaissent de juillet jusqu'aux premières gelées. Elles peuvent être de couleur rouge, jaune ou orange.

Les fruits sont des capsules globuleuses et verruqueuses, de 1,5 à 3 cm de long, de couleur marron à maturité, contenant une quinzaine de graines.

Les graines de la taille d'un petit pois ont la forme de billes noires luisantes et très denses (elles coulent) et très coriaces. Pour les faire germer, il est d'ailleurs nécessaire de les laisser tremper dans l'eau deux à 3 jours [18].

### III-9-2-2- Utilisations

- Des feuilles fraîchement coupées sont utilisées sur les brûlures pour rafraîchir et dissiper la chaleur de la peau brûlée.
- Les feuilles sont également utilisées comme un type d'emballage naturel pour envelopper des aliments typiques, similaires aux tamales au goût sucré, connus sous le nom de « chymobolites » [18].

### III-9-3- Papyrus

**Nom scientifique :** *Cyperus papyrus*.

**Famille :** Cypéracée.

**Type:** papyrus



**Photo III.5 Cyperus papyrus.**

### **III-9-3-1- Description**

Le papyrus est une grande plante herbacée principalement héliophyte qui forme de larges touffes ou des massifs denses. Elle mesure trois mètres de haut en moyenne et peut atteindre jusqu'à cinq mètres.

La section des tiges est de forme triangulaire. Ces longues tiges portent au sommet une très grande ombelle, légère et plumeuse, formée de nombreuses bractées longues et fines, cylindriques, qui constituent un feuillage. Ces bractées portent des inflorescences en épillets qui virent au brun lorsqu'elles viennent en graines.

C'est une plante à croissance rapide, très productive grâce à une photosynthèse à fixation du carbone en  $C_4$ [18].

### **III-9-3-2- Utilisations**

Il est utilisé dans l'Égypte ancienne comme moyen d'écriture, et aujourd'hui, il est utilisé comme plante décorative en raison de la beauté et de la légèreté du feuillage[33].

### III-9-4- Washingtonia

**Nom scientifique :** Washingtonia.

**Famille :** Acéracée.

**Type:** palmier



**Figure III.8** Washingtonia.

#### III-9-4-1- Description

- **Stipe** : le stipe peut atteindre plus de vingt mètres de hauteur.
- **Feuilles** : les feuilles sont palmées, avec un pétiole prolongé par une palme arrondie composée de nombreuses folioles
- **Inflorescence** : les fleurs sont hermaphrodites. Elles sont imbriquées dans une inflorescence très dense.
- **Fruits** : les fruits sont des drupes. Parvenus à maturité, ils prennent une couleur marron-noir. Ils mesurent de 6 à 10 mm de diamètre. Ils sont composés d'une graine unique recouverte d'une fine couche de chair [18].

#### III-9-4-2- Utilisations

- Le fruit de l'arbre de Washington est utilisé cru ou cuit dans les aliments, et peut être converti en gelée et en boissons ou séché et broyé.
- Les fibres de feuilles sont utilisées dans la fabrication de cordes et de paniers, et les feuilles sont entièrement tissées et utilisées comme parois latérales et toits de huttes.

- Le bois est utilisé pour fabriquer des ustensiles de cuisine et des cuillère[29].

### III-10- Présentation de la région d'étude

#### SITUATION DEMOGRAPHIQUE ET SUPERFICIE

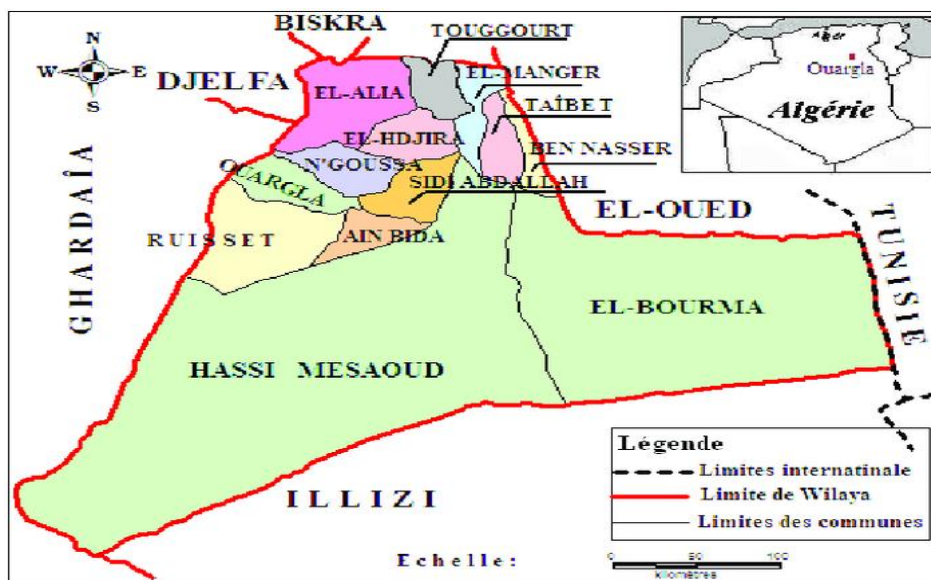
La wilaya compte une population de 541 045 habitants (Estimation 2007) avec une superficie totale de 211 980km<sup>2</sup>.

#### SITUATION GEOGRPHIQUE (Relief, Climat,...)

- La wilaya de Ouargla située au Sud-est du pays, est limitée :
- Au nord : par les wilayas de Djelfa et d'El oued
- A l'Est : par la Tunisie
- Au sud : par les wilayas de Tamanrasset et d'Illizi
- A l'Ouest : par la wilaya de Ghardaïa.

Le relief de la wilaya est un sous ensemble de composants géographiques composé par : le grand erg oriental, la hamada, les vallées, les plaines et les dépressions.

La wilaya de Ouargla est caractérisée par un climat saharien, avec une pluviométrie très réduite et des températures élevées, notamment en ét[30].



Délimitation administrative de la wilaya d'Ouargla.

Figure III.9 Carte géographique Ouargla

### III-11- Présentation de la zone d'étude

La commune d'Angossa est située au nord-ouest de l'Etat de Ouargla, à 20 km du siège de l'Etat.

La commune d'Angossa comprend trois grands groupes de population : d'angoussa, Al-Bour, Ifrane et cinq communes Les secondaires sont Al-Khbna, Ghars Boughfalah, Uqlat Al-Raba`, Debeish, Al-Kum.

Ce bassin s'étend entre les coordonnées:

X: (32°39'),(31°2')

Y: (4° 44'),(5°45')

degrés nord La hauteur au niveau de la mer est de 115m à 129m

Depuis le nord : les municipalités d'Al-Hujaira et d'Al-Alia

Depuis le sud : les communes de Ouargla et Sidi Khuwaylid

Depuis l'ouest : la commune de Ouargla et l'état de Ghardaia

De l'est : les communes de Hassi Messaoud et Hassi Ben Abdallah[3].

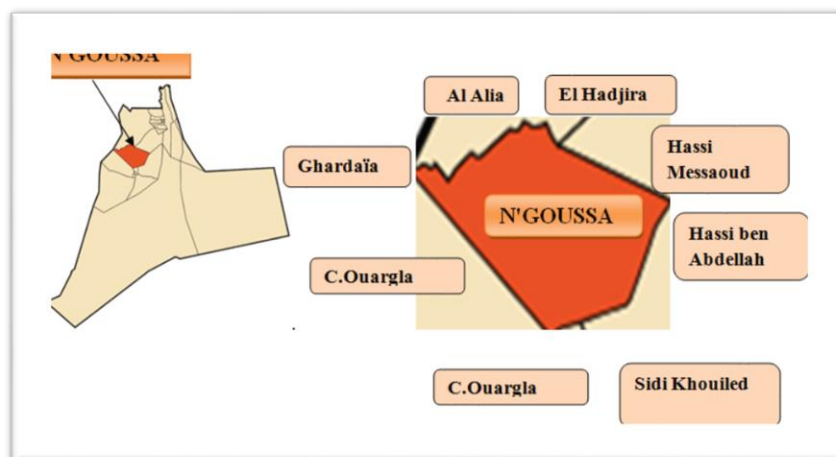


Figure III.10 Carte géographique de N'goussa

### III-12- Présentation de la station (STEP N'goussa)

- Nature des eaux épurées : Domestiques
- Date de début des travaux: 2008
- Entreprises de réalisation:
- Génie civil: SNTP
- Equipements: EUSEBIOS
- Installations photovoltaïques : UDES
- Date de mise en service : 2010



- Procédé d'épuration: Filtres plantés de roseaux
- Capacité d'épuration: 10 914 EQH
- Débit nominal : 1 515 M3 /j[31].



**Figure III.11 Station d'épuration de N'goussa**

La station d'épuration de N'goussa fonctionne avec un système à écoulement vertical composé de quatre bassins

Parallèle planté de roseaux, et chaque bassin est divisé en trois parties égales qui fonctionnent alternativement. Chaque bassin de trois

Les entrées principales sont réparties régulièrement sur la longueur du bassin (une entrée pour chaque extrémité), et l'eau traitée est collectée devant

La deuxième cueillette sera réutilisée pour arroser les arbres de la station, et le reste sera jeté dans le sabkhat de N'goussa .

Capacité : 11000 Eq/hab .

Débit nominal: 1743 m<sup>3</sup> / j .

Débit moyen traité : 800 m<sup>3</sup> / j

Temps de séjour : 03 jour chaque bassin .

Densité de plantation: entre (200-250) planté de roseaux par m<sup>2</sup>[3].

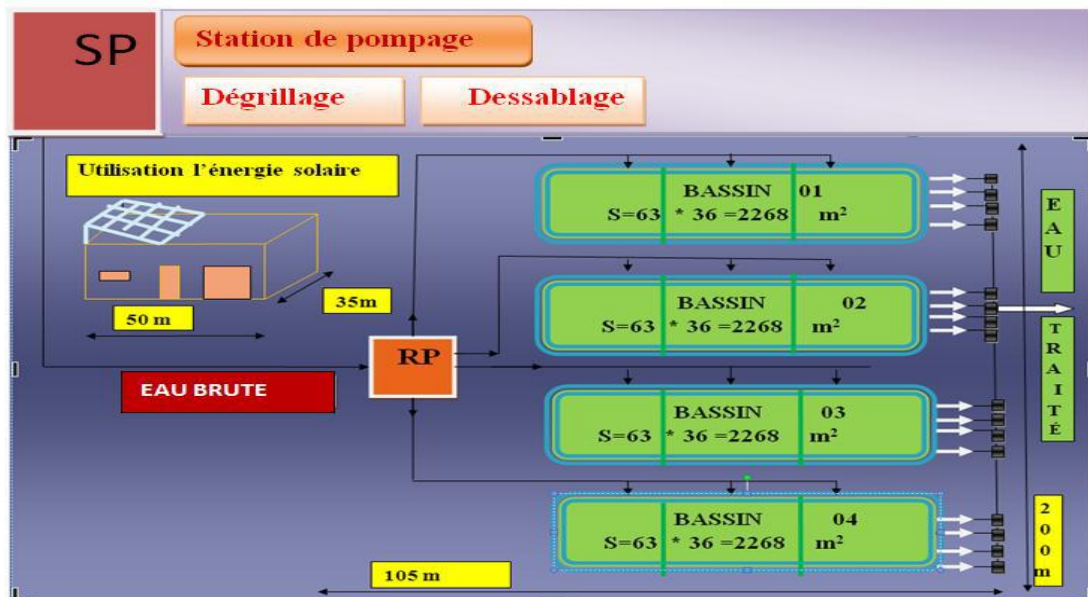


Figure III.12 Schéma général de la station d'épuration N'GOUSSA

Surface de chaque bassin :  $S = 63\text{m} * 36\text{m} = 2268\text{m}^2$

Surface total des bassins :  $St = 2268 * 4 = 9072 \text{ m}^2$

Surface total de la station:  $ST = (200 * 105) + (35*50) = 22750 \text{ m}^2$

Taux de raccordement réseau assainissement: 80%

Caractéristiques des réseaux : Linéaire de collecteurs gravitaires 26km

Profondeur de bassin : 80 cm ; La pente du fond du lit : 8 % l'écoulement gravitaire (doit permettre de vidanger complètement le filtre)[3].

### III-13- Étapes de fonctionnement de la station

#### III-13-1-Station de pompage

La station de pompage est située dans la station de N'goussa à 02 Km. Premier prétraitement des fuites d'eau au niveau de l'usine pour éliminer les plus grosses particules et les matériaux afin d'éviter le blocage des conduites de distribution[9].



**Figure III.13 Station de pompage**

### III-13-2- Répartiteur

Dans cette station il y'a un répartiteur avec quatre vannes pour distribuer l'eau brut vers les bassins par alternance[9].



**Figure III.14 Répartiteur**

### III-13-3- Bassins

L'effluent traverse différents bassins avec un substrat de drainage pour les graviers, les pouzzolanes et les graviers.

Plantes servant de support aux bactéries et micro-organismes aérobies qui transforment la matière organique présente dans les eaux usées.

On fait passer l'eau dans chaque bassin en trois étapes sur trois jours pour l'arroser dedans

Chaque bassin irrigue le premier tiers du premier bassin pendant une journée entière Le deuxième tiers le lendemain, et enfin le dernier tiers lors du troisième jour.

L'eau transitant par 04 bassins nécessite 12 jours pour être traitée.

L'eau traitée s'accumule devant le deuxième bassin pour être réutilisée pour l'arrosage des arbres La station et le reste ont refusé vers la sabkha N'goussa[9].





**Figure III.15** Regard de rassemble l'eau traitée.

### III-14- Plantes utilisées à l'intérieur de la station

Le roseau Phragmites communis se trouve dans la station d'étude. Il ne s'installe à aucune station Les zones naturelles sont très humides et en terrain salé sur lesquelles s'appuyait l'usine de N'goussa pour l'épuration des eaux usées[2].

**Nom scientifique** : phragmites communis

**Nom vernaculaire** : Guesab (roseaux)

**Type biologique** : Vivace



**Figure III.16** Phragmites Communis trinius (STEP N'GOUSSA).

#### III-14-1- Description

Une plante vivace aux racines rampantes et contient de nombreuses tiges hautes qui atteignent une hauteur de 4 m et des tiges droites (debout), feuilles raides vert pâle à poils courts, alternes et pointues, Les fleurs sont de couleur brun jaunâtre et se composent de nombreux épillets. Elles poussent dans les zones humides en parterres.

Les vallées, sur les berges et à proximité des palmeraies, et les mois d'avril et de mai sont considérés comme la période de floraison de cette plante[3].

### III-14-2- Utilisation de la plante de roseau

Les tiges de la plante sont coupées et ramassées pour être utilisées comme abri contre le soleil et comme outil pour fabriquer des tapis traditionnels. Il est également utilisé pour fabriquer un stylo (plume) pour écrire sur des tablettes pour mémoriser le Coran. C'est un bon pâturage pour le bétail [3].

### III-15- Matériel et méthodes

#### III-15-1- Paramètres physico-chimiques

##### III-15-1-1- Identifier les matériaux en suspens (MES)

La mesure de la quantité de matières en suspension se fait de deux façons :

**1-Méthode de filtration:** Nous l'utilisons lorsque l'eau est faible en matières en suspension.

**2- Méthode de la centrifugeuse:** Nous l'utilisons lorsque l'eau est de haute densité avec des matériaux en suspension.

#### Outils et appareils d'occasion

- Incubateur
- Dispositif de déshumidification
- Balance électronique
- Le dispositif de filtration sous pression
- Centrifugeuse
- Creusets
- Papiers de filtration de type
- Enregistrement standard

### 1/ Méthode de filtration

pendant quelques minutes à 105°C.

- Nous retirons le papier filtrant et le laissons refroidir loin de l'humidité à l'intérieur du déshumidificateur, puis pesons-le alors qu'il est vide et enregistrons son poids  $M_0$ .
- Prenez une faucille de 100 ml, lavez-la soigneusement à l'eau ordinaire, puis à l'eau distillée.
- Nous prenons 100ml de l'échantillon puis le vidangons sur la feuille filtrante dans le filtre.
- Après la fin de la filtration, nous prenons le papier de filtration et le mettons à l'intérieur de l'incubateur pendant deux heures à 105 ° C.
- Retirez la feuille filtrante de l'incubateur et laissez-la refroidir loin de l'humidité à l'intérieur du déshumidificateur pendant 15 minutes.
- Nous pesons la déclaration de candidature et enregistrons son poids  $M_1$ .

La quantité de matières en suspension est calculée en fonction de la différence de poids et de taille de l'échantillon utilisée selon la relation suivante:

$$MES = 1000 (M_1 - M_0) / V$$

**MES:** Concentration de substances en suspension en (mg/l).

**$M_0$**  : Poids du papier filtrant avant utilisation en (mg).

**$M_1$**  : Poids du papier filtrant après utilisation en (mg).

**V** : Volume d'eau utilisé à partir de l'échantillon en (ml).

### 2/ Méthode centrifuge

- Nous prenons 100 ml de l'échantillon et le mettons dans le pot de 100 ml, puis nous les soumettons à un colis central pendant 20 minutes jusqu'à ce que nous obtenions le dépôt.

- Retirer l'eau collée, puis laver le dépôt avec de l'eau distillée et le soumettre de nouveau à la centrifugation pendant 20 minutes.
- Peser un creuset propre et noter son poids en  $M_0$ .
- Verser le sédiment dans le creuset et le placer dans l'incubateur à 105 °C, puis le retirer de l'incubateur et le laisser refroidir loin de l'humidité à l'intérieur du déshumidificateur.
- Peser le creuset à sec et noter son poids  $M_1$ .

La concentration MES est calculée à partir de la relation suivante :

$$\text{MES} = (M_1 - M_0) * 1000 / V$$

$M_0$ : Le poids du creuset est vide en (mg).

$M_1$ : Poids du creuset après utilisation en (mg).

$V$ : Volume de l'eau utilisée en (ml).

### **III-15-1-2- Détermination de la demande chimique en oxygène DCO**

La détermination du DCO est oxydée par bicromate de potassium dans un milieu acide avec sulfate de mercure et sulfate d'argent par DR 3900.

- Pour mesurer le DCO, nous avons utilisé des capsules contenant un détecteur de DCO.

#### **Outils et dispositifs utilisés**

- Eau distillée
- Bicher Cup
- Enceinte
- Absorbant
- Générateur de chaleur

- Centrifugeuse

**Méthode de travail**

- Agiter la capsule contenant de bonnes interactions.
- Prélever 2ml de l'échantillon par voie absorbante et le verser sur la paroi intérieure de la capsule contenant le réactif de façon à ce qu'il soit incliné.
- Fermez bien la capsule et déchirez-la bien, puis préchauffez-la à l'intérieur du générateur de chaleur à une température de 148 °C pendant 120 minutes.
- Sortez la capsule de la machine et laissez-la refroidir pendant 10 minutes.
- Après 10 minutes, bien agiter la capsule et la laisser refroidir environ 30 minutes ou plus à température normale.
- Une fois le temps de refroidissement écoulé, nous plaçons la capsule dans le spectrophotomètre DR 3900, puis nous lisons la valeur de DCO (mg/l) directement à partir du dispositif.

**III-15-1-3- Détermination de la demande biochimique d'oxygène DBO<sub>5</sub>**

DBO<sub>5</sub> quantifié à l'aide d'un dispositif

**Outils et matériaux utilisés**

- Manomètre
- Incubateur
- Agitateur magnétique
- Pincettes
- Cylindres à l'épreuve de la lumière avec couvercle interne et un autre extérieur de 500 ml.
- Hydroxyde de potassium

- Enregistrement standard

### Méthode de travail

- Au moyen de protecteurs énumérés, nous mesurons la quantité d'échantillon nécessaire à l'analyse, puis nous la versons dans des bouteilles à recouvrement propres.

- À l'intérieur de chaque flacon, nous mettons une barre magnétique.

- Ajouter deux comprimés d'hydroxyde de potassium à l'aide d'une pince dans chaque couvercle intérieur du flacon.

- Mettre les continents sur le shaker pendant 30 minutes à une température de 20 ° C afin de stabiliser mon équilibre puis fermer hermétiquement.

- On prend la lecture tous les jours pendant 5 jours et finalement on soustrait entre chaque résultat obtenu en 2 jours consécutifs et on récupère le résultat multiplié par le coefficient.

### Calcul de la valeur

La valeur DBO<sub>5</sub> réelle est calculée à partir de la relation suivante :

$$\text{DBO}_5 \text{ (mg/l)} = \text{Coefficient} * \text{Valeur de lecture}$$

Coefficient : Il est déterminé par le tableau ci-dessous qui relie la relation entre la valeur de DBO<sub>5</sub> et la taille de l'échantillon parce que la quantité de demande chimique pour l'échantillon d'oxygène se rapporte à la quantité de substances organiques en circulation, la valeur de DBO<sub>5</sub> représente 80 % de la valeur de DCO.

**Tableau III.1 Volume d'échantillon d'après la DCO.**

Facteur	Volume (ml)	DCO (mg/l) x 0,8
1	432	0-40
2	365	0-80
5	250	0-200
10	164	0-400
20	97	0-800

50	43,5	0-2000
100	22,7	0-4000

#### III-15-1-4- Quantification des nitrates de $\text{N-NO}_3^-$

La quantité de nitrate a été déterminée par le spectrophotomètre DR 3900 dans Réduction au cadmium

##### Outils et appareils utilisés

- Spectrophotomètre DR 3900
- Tube calorimétrique de 10 ml, 20 ml, 25 ml.
- Réactifs
- Bicher de 50 ml
- Détecteur Nitri Ver 5 en format sac commercial précédemment signalé.

##### Méthode de travail

- Vider 10 ml de l'échantillon dans le tube du calomètre et verser le contenu du sac Nitri Ver 5 à l'intérieur du tube.
- Fermer le tube fermement et bien le secouer pendant 1 minute, puis laisser agir pendant 5 minutes.
- Prendre 10 ml d'eau distillée (témoin) et le placer dans un autre tube calorimétrique, puis ajouter le contenu du sac Nitri Ver 5 et le placer à l'intérieur du spectrophotomètre DR 3900 afin de mettre l'appareil à zéro.
- On place le tube contenant l'échantillon à l'intérieur de la machine et on lit le résultat directement à partir de la machine en (mg/l).

#### III-15-1-5- Détermination de la quantité d'artophosphate( $\text{P-PO}_4^{3-}$ )

La quantité d'artophosphate a été déterminée par un appareil Spectrophotomètre DR 3900 selon la méthode phos Ver3 (acide ascorbique)



**Outils et matériel utilisés**

- Coupe Beecher
- Appareil Spectrophotomètre DR 3900
- Tube d'arbre Calorum Cuvette Colorimétrique Capacité 25ml,20ml,10ml

**Interactions**

Réactif phos Ver3 : Sous forme de sachet commercial pré-préparé

**Comment travailler**

- Nous prenons le ml 10 de l'échantillon et le mettons dans un tube calormétrique et ajoutons au tube Réactif phos Ver3
- Fermez bien le tube puis nous le mettons, laissez-le pendant deux minutes pour réagir Pendant la durée de l'interaction, nous apportons un deuxième tube, ajoutons 10 ml d'eau distillée (témoin) et ajoutons la réaction Phos Ver3 .
- Nous plaçons le tube témoin sur l'appareil et ajustons l'appareil à zéro.
- Nous prenons le tube qui contient l'échantillon et le plaçons à l'intérieur de l'appareil Spectrophotomètre DR/3900, puis lisons le résultat directement sur l'appareil avec (mg/l).

**III-15-1-6- Détermination de la quantité de nitrite N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>**

La quantité de nitrite a été déterminée par un appareil (Spectrophotomètre DR/3900) Manière Diazotation .

**Outils et matériel utilisés**

- Tube Calworm Trek(Cuvette colorimétrique) capacité 25ml , 20ml , 10ml
- appareil Spectrophotomètre DR/3900.
- Beecher avec capacité 50ml.
- Réactif ( Nitri Ver3) Sous forme de sac commercial pré-préparé
- Réactifs.
- Eau distillée.

**Comment travailler**

- Nous prenons 10 ml de l'échantillon et le mettons à l'intérieur du tube du calomètre et déversons le contenu du détecteur à l'intérieur du tube.
- Bien fermer le tube, bien agiter et laisser agir pendant 15 minutes.
- Prendre 10 ml d'eau distillée (témoin) et le placer à l'intérieur du deuxième tube calomètre, puis verser le contenu Détecteur et bien agiter, puis le mettre à l'intérieur du dispositif Spectrophotomètre DR/3900 en réglant le dispositif à zéro.
- Après 15 minutes de réaction, on place le tube contenant l'échantillon à l'intérieur de l'appareil de mesure puis on lit le résultat directement sur l'appareil.

### III-15-1-7- Mesure de la quantité d'oxygène dissous

- Nous mesurons l'oxygène dissous à l'intérieur de l'échantillon de la manière Ampèrométrique.

- appareil de mesure Oxymétrie BPL Inolab.

#### Comment travailler

- Nous prenons 100 ml de l'échantillon et le mettons dans une tasse Becher.

- Nous ouvrons l'appareil et lavons l'appareil avec de l'eau distillée.

Trempez l'électrode de l'appareil dans un becher et laissez-le jusqu'à ce qu'il se stabilise.

Nous lisons directement à partir des résultats de l'appareil (Saturation, pression partielle d'oxygène, la concentration) Nous enregistrons les résultats lorsqu'ils sont prouvés sur l'appareil.

- Concentration en oxygène mg/l.

- Pourcentage de saturation en oxygène %.

- Pression partielle d'oxygène M bar.

### III-15-1-8- Mesure de temperature

Température mesurée à l'aide d'un appareil multi-mesure analyseur multi paramètres Un appareil de mesure peut également être utilisé de conductivité électrique (CE), salinité (Sal), et la température à l'intérieur de l'eau..

#### Comment travailler

- Allumez l'appareil

- Nous trempons le pôle de l'appareil à l'intérieur de l'échantillon

- Lire directement la température lors de la fixation sur l'appareil

### III-15-1-9- Mesure de conductivité électrique (CE)

Mesure la conductivité électrique (CE) de type TACUSSEL

#### Comment travailler

- Connectez l'électrode pour la mesure de la conductivité à son emplacement prévu dans l'appareil.

- Laver l'électrode avec de l'eau distillée.

- Nous insérons l'électrode dans la coupelle Becher contenant l'échantillon et lisons la valeur de la conductivité électrique directement sur l'appareil lorsqu'elle est stable.

### III-15-1-10- Mesure du pH

Le pH est mesuré par un dispositif de type pH-mètres Orion.

#### Comment travailler

- Nous réglons et actionnons le pH-mètre.
- Laver l'électrode avec de l'eau distillée .
- On met dans une petite coupelle Becher une solution de pH =7
- Réglez l'agitateur sur la vitesse la plus basse (vitesse faible).Insérez une électrode dans la solution.
- Nous le laissons pendant une courte période jusqu'à ce qu'il se stabilise et que la demande de la deuxième solution apparaisse sur l'appareil
- On sort l'électrode, puis on la lave bien à l'eau distillée, puis on la met dans le Becher n°2 contenant une solution. (pH = ou pH =10) selon la nature du milieu à mesurer.
- Retirez l'électrode de l'appareil et lavez-la avec de l'eau distillée.

#### Méthode de mesure du pH

- Nous prenons 100 ml de l'échantillon et le mettons dans un verre Becher.
- On met une électrode magnétique dans la cupule de Becher sur un mouvement faible.
- Insérez l'électrode de l'appareil dans la coupelle de Becher.
- On le laisse jusqu'à ce qu'il se stabilise puis on lit le résultat directement sur l'appareil.



Photo III.6 pH-mètre , Oxymètres ,Conductimètre, salinité (Sal), la température.

# **CHAPITRE IV**

## **Résultats et discussion**

### IV-1- Introduction

Dans cette partie, nous étudierons la qualité de l'eau qui a été traitée dans la station de Témacine par un groupe de plantes différentes et dans la station de N'goussa à l'aide de la plante de roseau.

Le rendement du traitement est calculé selon l'équation suivante :

$$R \% = [(X_E - X_S) / X_E] \times 100$$

**R** : rendement de purification%.

**X<sub>E</sub>** : Concentration des fluides présents dans les eaux usées entrant dans la station.

**X<sub>S</sub>** : Concentration des fluides présents dans les eaux usées sortant dans la station.

### IV-2- Qualité de l'eau brute au niveau de la station

Les résultats de l'analyse des paramètres DCO, DBO<sub>5</sub>, N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> sont présentés pour la prise d'eau usée à l'entrée et à la sortie des deux stations représentées dans les deux tableaux suivants :

**Tableau IV.1 Résultats des analyses de mesure de DCO, DBO<sub>5</sub>, N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> de l'eau entrant dans la station**

Paramètres de pollution Mois	Témacine				N'GOUSSA			
	DCO mg/l	DBO <sub>5</sub> mg/l	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> mg/l	DCO mg/l	DBO <sub>5</sub> mg/l	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> mg/l	N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> mg/l
Janvier 2017	222	180	0.06	0.07	497	220	/	/
Février 2017	228	180	.002	0.07	1275	/	/	/
Juillet 2017	180	110	8.67	0.059	491	220	55.60	0.134
Septembre 2017	163	110	31.3	0.073	170	160	43.90	0.235
Janvier 2018	228	115	4	0.025	701	440	36.60	0.166
Février 2018	101	140	7.95	0.042	701	440	/	0.19
Juin 2018	152	90	/	0.052	/	270	/	/
Juillet 2018	110	90	/	0.070	/	270	/	/
Février 2019	161	80	/	/	594.10	320	/	/
Avril 2019	219	160	/	0.025	500	290	/	/
Juillet 2019	131	70	/	0.152	491	220	55.60	0.134
Aout 2019	224	130	/	0.042	391	210	/	/
Les valeurs Moyennes	176.58	121.25	8.67	0.06	579.67	278.18	47.93	0.17

**Tableau IV.2 Résultats des analyses de mesure de DCO, DBO<sub>5</sub>, N-NH<sup>+</sup><sub>4</sub>, N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> de l'eau sortant dans la station**

Paramètres de pollution Mois	Témacine				N'GOUSSA			
	DCO mg/l	DBO <sub>5</sub> mg/l	N-NH <sup>+</sup> <sub>4</sub> mg/l	N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> mg/l	DCO mg/l	DBO smg/l	N-NH <sup>+</sup> <sub>4</sub> mg/l	N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> mg/l
<b>Janvier2017</b>	39.9	20	0.02	0.006	84.20	28	/	/
<b>Février 2017</b>	35	20	0.003	0.041	135	/	/	/
<b>Juillet 2017</b>	23.3	11	4.48	0.014	60.20	10	36.20	0.74
<b>Septembre2017</b>	18.6	10	3.55	0.017	93.10	60	68.80	0.152
<b>Janvier2018</b>	11.7	5	1.70	0.013	106	/	26.10	1.58
<b>Février 2018</b>	5.64	7	3.37	0.018	106	/	42.70	0.44
<b>Juin 2018</b>	41	3	/	0.023	71.60	42	/	/
<b>Juillet 2018</b>	25	8	/	0.018	71.60	42	/	/
<b>Février 2019</b>	18.40	10	/	/	/	/	/	/
<b>Avril 2019</b>	32	18	/	0.013	61.35	22	/	/
<b>Juillet 2019</b>	32.50	27	/	0.027	60.20	10	36.20	0.744
<b>Aout 2019</b>	61.8	28	/	0.015	50	30	/	/
<b>Les valeurs moyennes</b>	33.25	13.92	2.19	0.02	99.25	30.5	42.00	0.73

La comparaison des résultats obtenus dans les tableaux **IV.1** et **IV.2** avec la liste de classification des eaux dans les tableaux 2 et 3 permet de tirer les conclusions suivantes :

#### **IV-2-1- Facteur de pollution DCO**

- **À l'entrée**

La concentration moyenne de DCO était de 176,58 mg/l à la station Témacine et de 579,67 mg/l à la station N'goussa.

La station de Témacine a enregistré en février 2018 une valeur minimale de 101 mg/l et une valeur maximale de 228 mg/l en février 2017 et janvier 2018.

En revanche, la station de N'goussa a enregistré une valeur minimale de 170 mg/l en septembre 2017, et une valeur maximale de 1275 mg/l en février 2017.

Donc  $[DCO] > 120$  mg/l, cela signifie que ces valeurs dépassent les normes algériennes pour les eaux polluées, et représentent donc une pollution très élevée.

- **A la sortie**

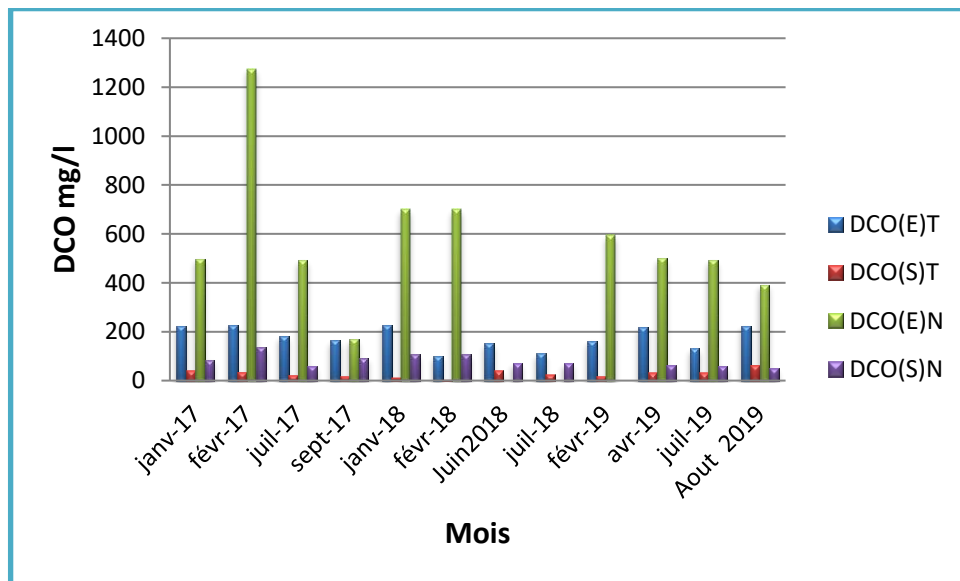
On constate une diminution significative du facteur DCO, qui passe d'une valeur moyenne de  $[DCO] = 176,58$  mg/l en entrée à une valeur moyenne de  $[DCO] = [33,25]$  mg/l en sortie de station, ce qui représente une diminution de 81,17 % pour la station Témacine.

On remarque également une diminution notable du facteur DCO, qui passe d'une valeur moyenne de  $[DCO] = 579,67$  mg/l à l'entrée à une valeur moyenne de  $[DCO] = 99,25$  mg/l à la sortie, ce qui représente une diminution de 82,87% pour Gare de N'goussa.

Par conséquent, le  $[DCO]$  est  $< 90$  mg/l, c'est-à-dire que ces valeurs correspondent aux normes algériennes pour l'eau traitée destinée à l'irrigation à Témacine.

Quant à N'goussa, le  $[DCO]$  est  $> 90$  mg/l, ce qui signifie que ces valeurs dépassent les normes algériennes pour l'eau traitée destinée à l'irrigation.

L'évolution du DCO des deux stations est représentée dans le schéma suivant :



**Figure IV.1 Evolution temporelle de la demande chimique en oxygène (DCO) à l'entrée et à la sortie des deux stations**

Au cours de l'évolution temporelle de DCO dans la figure IV.1 et le tableau 2, nous notons que le montant le plus élevé d'élimination a été en janvier 2018 avec un rendement de 94,86 % pour Témacine et de 89,41 % en février 2017 pour N'goussa, et le pourcentage le plus bas. De retrait de DCO était en août 2019 avec un rendement de 72,41 % et en septembre 2017, avec un rendement de 45,23 % pour Témacine et N'goussa, respectivement.



L'analyse a donné une différence différente entre les deux stations, cela est dû à l'absorption physique des matières organiques dans les eaux usées de la raffinerie et à l'aération du milieu par les organismes bactériens. Là où la station de Témacine a donné un meilleur rendement par rapport à la station de N'goussa.

- **Explication**

Cette diminution est due à la décomposition d'une partie des déchets végétaux organiques facilement sous l'effet de l'oxydation biologique.

Et certains d'entre eux ont besoin d'une oxydation plus forte ou de ce que nous appelons le besoin chimique en oxygène, car le besoin chimique donne une indication

Sur la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder les matériaux organiques et inorganiques qui peuvent être oxydés par des processus chimiques[32].

#### IV-2-2- Facteur de pollution DBO<sub>5</sub>

- **À l'entrée**

La concentration moyenne du facteur DBO<sub>5</sub> était de 121,25 mg/l à la station de Témacine et de 278,18 mg/l à la station de N'goussa.

La valeur la plus basse était de 70 mg/l en juillet 2019, et la valeur la plus élevée était de 180 mg/l en janvier et février 2017 dans la station de Témacine.

La valeur la plus basse a été enregistrée à 160 mg/l en septembre 2017, et la valeur la plus élevée a été enregistrée à 440 mg/l en janvier et février 2018, à la station de N'goussa.

Donc [DBO<sub>5</sub>] > 35 mg/l, ce qui signifie que ces valeurs dépassent les normes algériennes pour les eaux polluées, et représentent donc une pollution très élevée.

- **A la sortie**

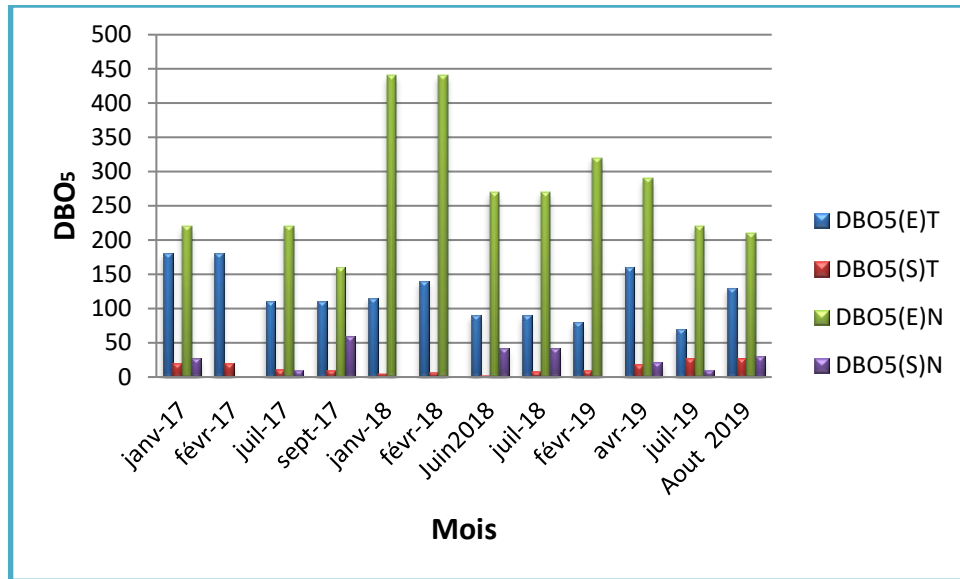
On constate une diminution significative du facteur DBO<sub>5</sub>, qui passe d'une valeur moyenne de [DBO<sub>5</sub>] = 121.25 mg/l en entrée à une valeur moyenne de [DBO<sub>5</sub>] = 13.92 mg/l en sortie de station, ce qui représente une diminution de 88.51 % pour la station Témacine.

On remarque également une diminution notable du facteur DBO<sub>5</sub>, qui passe d'une valeur moyenne de [DBO<sub>5</sub>] = 278.18 mg/l à l'entrée à une valeur moyenne de [DBO<sub>5</sub>] = 30.5 mg/l à la sortie, ce qui représente une diminution de 89.03% pour la station de N'goussa.

Donc [DBO<sub>5</sub>] < 30 mg/l, ce qui signifie que ces valeurs correspondent aux normes algériennes pour l'eau traitée destinée à l'irrigation de la station de Témacine.

Quant à N'goussa, le [DBO<sub>5</sub>] > 30 mg/l signifie que ces valeurs dépassent les normes algériennes pour l'eau traitée destinée à l'irrigation.

L'évolution du DBO<sub>5</sub> des deux stations est représentée dans le schéma suivant :



**Figure IV.2 Evolution temporelle de la demande biochimique en oxygène (DBO<sub>5</sub>) à l'entrée et à la sortie des deux stations**

La demande biochimique en oxygène DBO<sub>5</sub> dans les eaux usées varie entre 70 mg/l à 180 mg/l, et 160 mg/l à 440 mg/l, respectivement Figure IV.2 et Tableau 2, où l'on note que l'élimination la plus élevée était en janvier 2018 avec un rendement de 95,56% à Témacine et de 95,45% en juillet 2017 et 2019 pour N'goussa.

Et le pourcentage le plus bas de suppression de DBO<sub>5</sub> était en juillet 2019 avec un rendement de 61,42 % et 62,5 % en septembre 2017, pour Témacine et N'goussa, respectivement.

La comparaison des résultats a montré que les résultats des deux stations sont similaires.

#### IV-2-3- Facteur de pollution de l'ammonium N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>

- **À l'entrée**

La concentration moyenne de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> était de 8.67mg/l à la station Témacine et de 47.93 mg/l à la station N'goussa.

La station de Témacine a enregistré en février 2017 une valeur minimale de 0.02 mg/l et une valeur maximale de 31.3 mg/l en septembre 2017.

En revanche, la station de N'goussa a enregistré une valeur minimale de 36.60mg/l en janvier 2018, et une valeur maximale de 55.60 mg/l en juillet 2017 et juillet 2019.

- **A la sortie**

On constate une diminution significative du facteur [N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>], qui passe d'une valeur moyenne de [N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>] = 8.67 mg/l en entrée à une valeur moyenne de [N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>] = 0.02 mg/l en sortie de station, ce qui représente une diminution de 99.76 % pour la station Témacine.

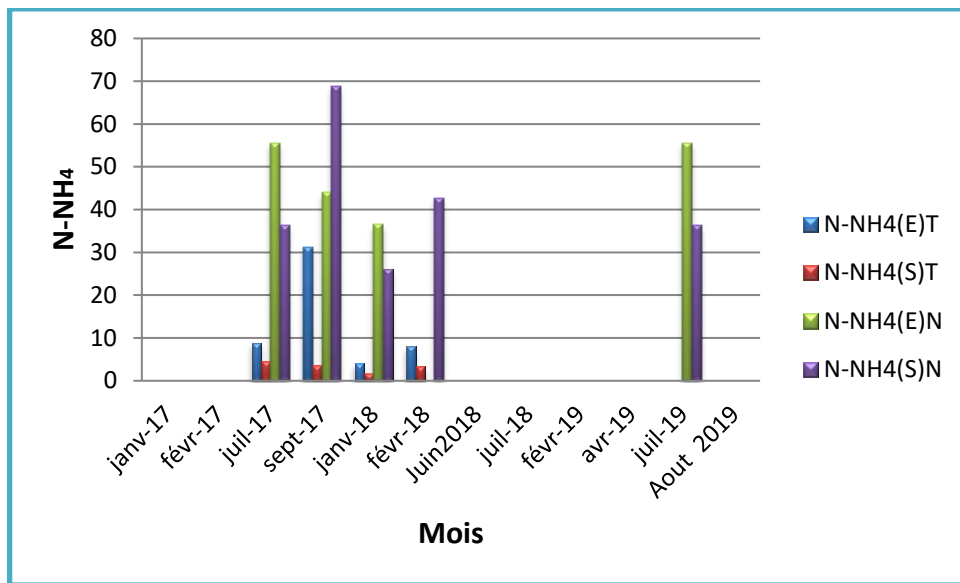
On remarque également une augmentation notable du facteur de N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, qui passe d'une

valeur moyenne de  $[N-NH_4^+] = 47.93 \text{ mg/l}$  à l'entrée à une valeur moyenne de  $[N-NH_4^+] = 42.00 \text{ mg/l}$  à la sortie, ce qui représente une diminution de 12.37 % pour la station N'goussa.

Donc  $[N-NH_4^+] < 0.5 \text{ mg/l}$  ce qui signifie que ces valeurs sont conformes aux normes de l'Organisation Mondiale de la Santé pour le Témacine.

Quant au N'goussa,  $[N-NH_4^+] > 0,5 \text{ mg/l}$ , ce qui signifie que ces valeurs ne répondent pas aux normes de l'Organisation mondiale de la santé.

L'évolution du  $N-NH_4^+$  des deux stations est représentée dans le schéma suivant :



**Figure IV.3 Evolution temporelle de l'ammonium ( $N-NH_4^+$ ) à l'entrée et à la sortie des deux stations**

Au cours de l'évolution temporelle de  $N-NH_4^+$  dans la figure IV.3 et le tableau 4, nous notons que le montant le plus élevé d'élimination a été en septembre 2017 avec un rendement de 88.65 % pour Témacine et de 34.89 % en juillet 2017 et 2019 pour N'goussa, et le pourcentage le plus bas. de retrait de  $N-NH_4^+$ , était en juillet 2017 avec un rendement de 48.32 % et en janvier 2018, avec un rendement de 28.68% pour Témacine et N'goussa, respectivement.

**IV-2-5- Facteur de pollution denitrite  $N-NO_2^-$**

• **À l'entrée**

La concentration moyenne de  $N-NO_2^-$  était de 0.06 mg/l à la station Témacine et de 47.93 mg/l à la station N'goussa.

La station de Témacine a enregistré en janvier 2018 une valeur minimale de 0.025 mg/l et une valeur maximale de 0.152 mg/l en juillet 2019.

En revanche, la station de N'goussa a enregistré une valeur minimale de 0.134 mg/l en juillet 2017 et juillet 2019, et une valeur maximale de 0.235 mg/l en septembre 2019.

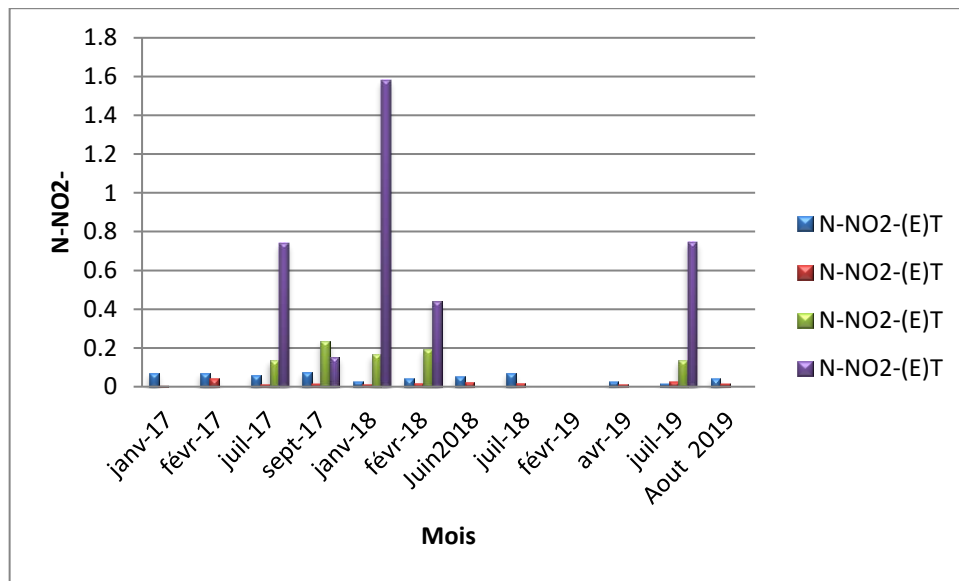
• **A la sortie**

On constate une diminution significative du facteur N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>, qui passe d'une valeur moyenne de [N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>] = 0.06 mg/l en entrée à une valeur moyenne de [N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>] = 0.02 mg/l en sortie de station, ce qui représente une diminution de 66.66 % pour la station Témacine.

On remarque également une augmentation notable du facteur de qui passe d'une valeur moyenne de [N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>] = 0,17 mg/l à l'entrée à une valeur moyenne de [N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>] = 0,73 mg/l à la sortie du station de N'goussa.

Donc [N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>] < 1 mg/l ce qui signifie que ces valeurs sont conformes aux normes de l'Organisation Mondiale de la Santé.

L'évolution du [N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>] des deux stations est représentée dans le schéma suivant :



**Figure IV.4 Evolution temporelle de N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> à l'entrée et à la sortie des deux stations.**

Au cours de l'évolution temporelle de [N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>] dans la figure IV.4 et le tableau 4, nous notons que le montant le plus élevé d'élimination a été en janvier 2017 avec un rendement de 91.42% pour Témacine et de 35.31 % en septembre 2017 pour N'goussa, et le pourcentage le plus bas. de retrait de [N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>] était en février 2017 avec un rendement de 41.42 % et en septembre 2017, avec un rendement de 35.31% pour Témacine et N'goussa, respectivement.

**Résultats d'analyse des facteurs T, pH, CE, salinité, des eaux usées prélevées à l'entrée et à la sortie des deux stations**

Représenté par le tableau suivant :

**Tableau IV.3 Résultats des analyses de mesure de T, pH, CE, salinité de l'eau l'entrée dans la station**

Mois	Paramètres de pollution	Témacine				N'goussa			
		T(C°)	pH	CE ms/cm	Sal mg/l	T(C°)	pH	CE ms/cm	Sal mg/l
Janvier2017		20.80	7.10	3.03	1.60	20.06	7.36	/	/
Février 2017		16.10	7.44	3.32	1.70	20.60	7.42	5.77	3.1
Juillet 2017		33.1	6.72	3.05	1.6	28.30	7.47	4.48	2.3
Septembre2017		29.6	7.82	3.13	3	26.00	7.40	4.94	2.6
Janvier 2018		19.20	7.56	3.02	1.6	20.70	8.48	4.63	2.4
Février 2018		18.20	7.51	3.05	1.6	13.70	7.32	4.65	2.4
Juin2018		22.90	7.76	3.14	1.6	34.30	7.39	4.73	2.5
Juillet2018		23.20	7.20	3.07	1.6	34.30	7.39	4.73	2.5
Février 2019		22.20	6.80	3.32	1.7	17.90	7.80	5.33	2.8
Avril 2019		32.70	7.28	3.12	1.6	27.30	7.32	8.75	4.6
Juillet 2019		30.50	7.50	3.17	1.7	28.30	7.47	4.48	2.3
Aout 2019		33.4	6.82	3.26	1.7	28.30	7.47	4.48	2.3
Les valeurs moyennes		25.15	7.29	3.14	1.75	24.98	7.52	5.18	2.71

**Tableau IV.4 Résultats des analyses de mesure de T, pH, CE, salinité de l'eau la sortie de la station**

Mois \ Paramètres de pollution	Témacine				N'GOUSSA			
	T(C°)	pH	CE ms/cm	Sal mg/l	T(C°)	pH	CE ms/cm	Sal mg/l
Janvier2017	17.2	7.33	3.44	1.8	16.20	6.96	6.08	3.3
Février 2017	15	7.14	3.37	1.8	20.20	6.92	5.91	3.2
Juillet 2017	29.2	6.85	4.24	2.09	29.00	7.73	5.22	2.8
Septembre 2017	27.9	6.41	4.47	2.4	26.70	7.70	5.10	2.7
Janvier2018	18.3	7.2	3.03	1.85	18.7	7.98	5.59	3
Février 2018	15.70	7.22	3.31	1.7	14.40	7.21	5.68	3
Juin2018	23.00	7.28	4.21	2.2	32.90	8.05	4.74	2.5
Juillet 2018	23.20	6.63	4.71	2.5	32.90	8.05	4.74	2.5
Février 2019	20.50	6.91	3.70	2.0	/	/	/	/
Avril 2019	30.40	7.0	3.39	1.8	27.90	7.11	8.24	4.4
Juillet 2019	30.20	7.04	3.95	2.1	29.00	7.73	5.22	2.8
Aout 2019	33.1	6.55	3.90	2.1	29.00	7.73	5.22	2.8
Les valeurs moyennes	23.64	6.96	3.81	2.03	25.17	7.56	5.61	3

#### IV-2-6- Facteur de pollution pH

- À l'entrée

La station d'ngoussa enregistré la valeur la plus basse de 7,32 en février 2018 et avril 2019 et la valeur la plus élevée de 8,48 en janvier 2018.

en revanche Station de Témacine, la valeur la plus basse de 6,72 au mois de juillet, et la valeur la plus élevée de 7,82 au mois de septembre 2017.

- **À la sortie**

Il y a une élévation du facteur pH qui passe d'une valeur moyenne de pH = 7,52 à l'entrée à une valeur moyenne de pH = 7,56 à la sortie de la station d'ngoussa.

On observe également une diminution significative du facteur pH qui passe d'une valeur moyenne de pH = 7,29 à l'entrée à une valeur moyenne de pH = 6,96 à la sortie du terminal de Témacine.

Soit  $8.5 < \text{pH} < 6.5$ , ce qui signifie que ces valeurs sont conformes aux normes algériennes pour les eaux traitées destinées à l'irrigation.

L'évolution du pH des deux stations est représentée dans le schéma suivant:

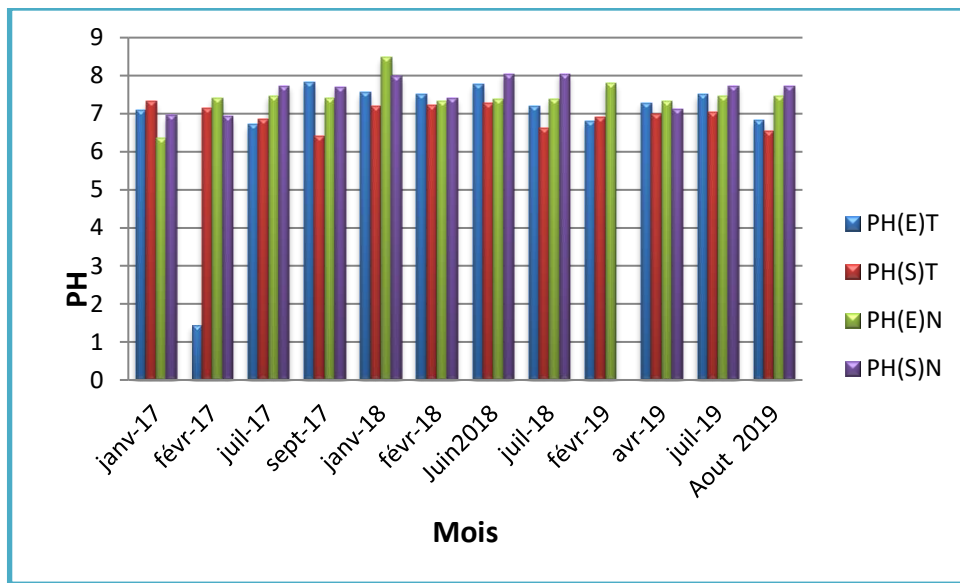


Figure IV.5 Evolution temporelle du pH à l'entrée et à la sortie des deux stations

#### IV-2-7- Facteur de pollution T (C°)

- **À l'entrée**

La station d'ngoussa enregistré la valeur la plus basse de 13,70C° en février 2018 et la valeur la plus élevée de 34,30 °C en juin et juillet 2018.

Alors que la station de Témacine enregistré la valeur la plus basse de 16,10C° au mois de février 2017, et la valeur la plus haute de 33,1C° au mois de juillet 2017.

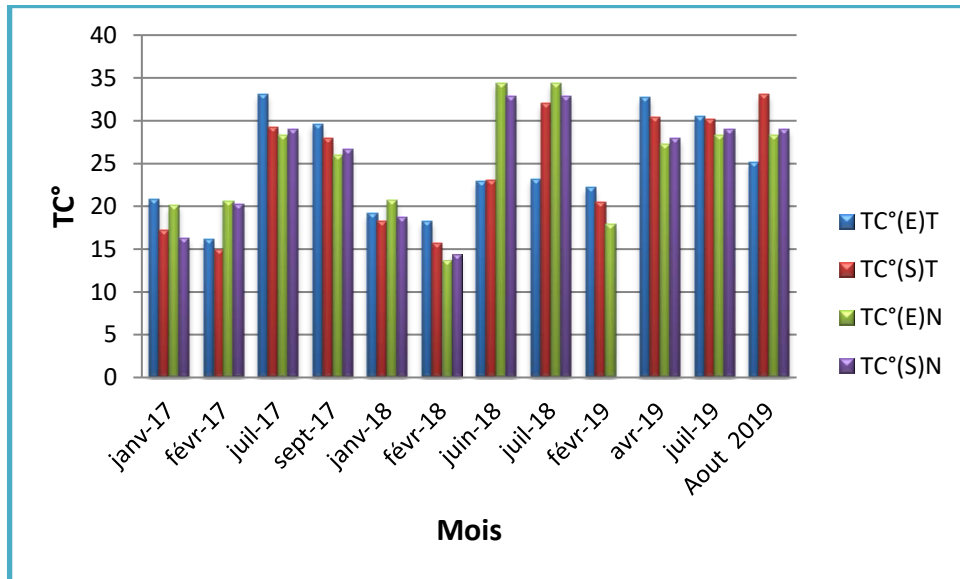
- **À la sortie**

On remarque une augmentation notable du facteur T, qui passe de la valeur moyenne de T = 24,98 °C à l'entrée à la valeur moyenne de T = 25,17 °C à la sortie de la station d'ngoussa

Il y a aussi une diminution du facteur T qui passe d'une valeur moyenne de T = 25,15 °C à l'entrée à une valeur moyenne. T = 23,64 °C à la sortie de la station de Témacine.



L'évolution de T pour les deux stations est représentée dans le schéma suivant :



**Figure IV.6 Evolution temporelle de la température T à l'entrée et à la sortie des deux stations**

L'évolution temporelle de la température T à l'entrée et à la sortie des deux stations : Cette fluctuation est liée aux conditions climatiques locales, notamment avec la température de l'air et l'apparition d'une évaporation de l'eau en été et d'une montée du niveau d'eau en hiver.

La raison de la diminution de la température aux deux stations est due au faible nombre de bactéries et au peu de réactions biochimiques.

**IV-2-8-Facteur de pollution CE**

- **À l'entrée**

Grâce aux résultats, La station d'ngoussa a enregistré la valeur la plus basse de la conductivité électrique 4,48 ms/cm au cours du mois et juillet 2017, juillet et août 2019, et la valeur la plus élevée était 8,75 ms/cm.

En avril 2019, la station de Témacine a enregistré la valeur la plus faible de 3,02 ms/cm en janvier 2018 La valeur la plus élevée était de 3,32 ms/cm en février 2017 et 2019 .

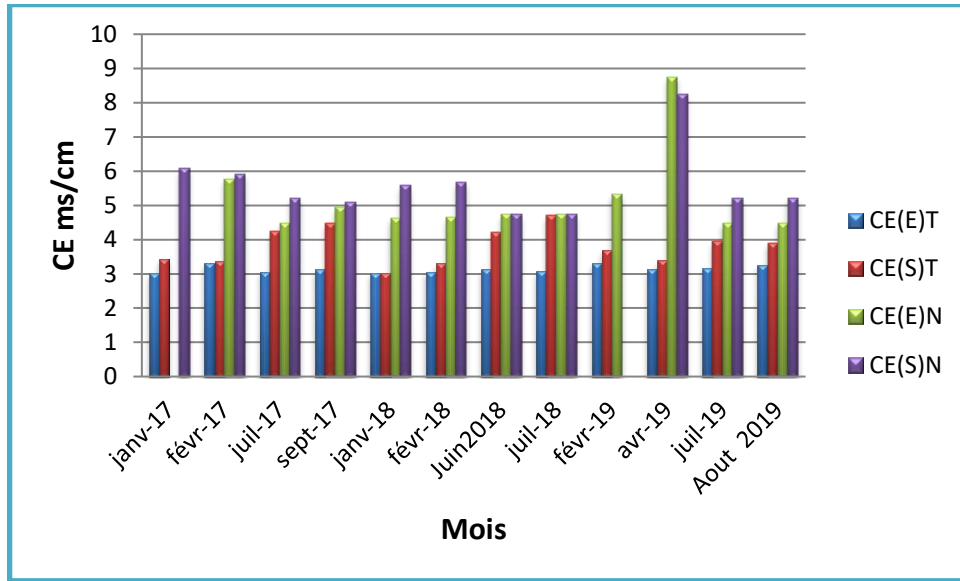
- **À la sortie**

On constate une augmentation du facteur CE qui passe d'une valeur moyenne de CE =5,18mS/cm à l'entrée à une valeur de moyen CE = 5,61 ms/cm à la sortie de la station d'ngoussa

On note également une augmentation notable du facteur CE, qui passe d'une valeur moyenne de CE = 3,14 ms/cm à l'entrée à la valeur moyenne est de CE =3,81ms/cm à la sortie de la station de Témacine.

Donc CE >3ms/cm, ce qui signifie que ces valeurs dépassent les normes algériennes pour l'eau traitée destinée à l'irrigation.

L'évolution du CE pour les deux stations est représentée dans le schéma suivant:



**Figure IV.7 Evolution temporelle de la conductivité électrique CE à l'entrée et à la sortie des deux stations.**

**IV-2-9- Facteur de pollution Sal**

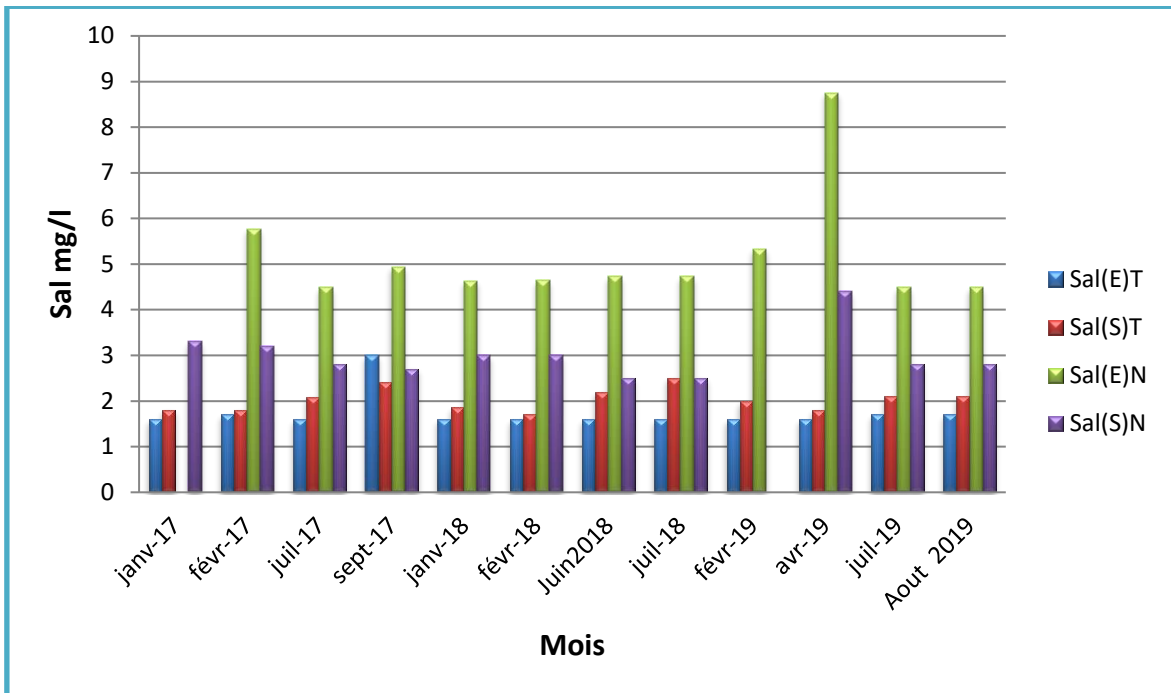
- **À l'entrée**

Grâce aux résultats, d'ngoussa enregistré la valeur de salinité la plus basse de 2,3 mg/l en juillet et août 2019 et la valeur la plus élevée de 4,6 mg/l en Avril 2019.

Quant à la station de Témacine, elle enregistré la valeur de salinité la plus faible de 1,6 mg/l en janvier et juillet 2017, et sur tous les mois de 2018 et avril 2019, et la valeur la plus élevée de 3 mg/l en septembre 2017.

- **À la sortie**

On observe une élévation du facteur de salinité qui passe d'une valeur moyenne de 2,71 mg/l à l'entrée à une valeur moyenne de 3 mg/l a la sortie de la station d'ngoussa on note également le facteur de salinité élevé qui se développe à partir d'une valeur moyenne de 1,75 mg/l a l'entrée avec une valeur moyenne de 2,03 mg/l à la sortie de la gare de Témacine.



**Figure IV.8** Evolution temporelle du degré de salinité à l'entrée et à la sortie des deux stations

#### IV-3- Choisir une méthode de traitement des eaux usées

La détermination du traitement appliqué de l'eau est liée à sa biodégradabilité, et dans notre cas le coefficient de décomposition mensuel  $k$  selon le choix de la méthode de traitement appropriée aux caractéristiques des eaux usées pour chaque région.

Tableau IV.5 Type approprié de traitement des eaux usées

Mois	Témacine		N'goussa	
	K=DCO/DBO <sub>5</sub>	Type de traitement	K=DCO/DBO <sub>5</sub>	Type de traitement
Janvier2017	1.23	1.5 < K < 2.5 sur la durée totale de l'expérience donc l'effluent est facilement biodégradable, traitement biologique.	2.25	1.5 < K < 2.5 sur la durée totale de l'expérience donc l'effluent est facilement biodégradable, traitement biologique.
Février 2017	1.66		/	
Juillet 2017	1.63		2.23	
Septembre 2017	1.48		1.06	
Janvier2018	1.98		1.59	
Février 2018	0.72		1.59	
Juin 2018	1.68		/	
Juillet 2018	1.22		/	
Février 2019	2.01		1.85	
Avril 2019	1.36		1.72	
Juillet 2019	1.87		2.23	
Aout 2019	1.73		1.86	
Les valeurs moyennes	1.54	1.82		

Il ressort du tableau IV.4 que la décontamination des eaux usées pour la région de Témacine et d'ngoussa nécessite l'application d'un type de traitement biologique.

Tableau IV.6 Rendement moyen des facteurs de pollution après traitement dans chaque station.

Paramètres de pollution	Rendement moyen de la station de Témacine%	Rendement moyen de la station d'ngoussa%
DCO mg/l	81.17	82.87
DBO <sub>5</sub> mg/l	88.51	89.03
N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	74.74	16.54
N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	66.66	/

En comparant les rendements épuratoires des stations de Témacine et d'ngoussa, on constate que les rendements en DCO et DBO<sub>5</sub> sont proches.

Quant au rendement en N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> et N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>, la station de Témacine a enregistré une meilleure rentabilité qu'ngoussa, et la raison peut être due à :

- La multiplicité des plantes utilisées à la station de Témacine, au contraire à la station d'ngoussa où une seule plante est utilisée.
- Le temps pour que l'eau contaminée reste à l'intérieur des bassins, où la durée de séjour à de Témacine est de quatre jours, tandis qu' ngoussa se fait en Trois jours.

De manière générale, on peut dire que la station de Témacine a un meilleur rendement que la station d'ngoussa.

**Conclusion**

# Conclusion

La station joue un rôle majeur dans la protection de l'environnement en éliminant les odeurs désagréables et la stagnation de l'eau dans les zones urbaines, ce qui est un moyen de la rendre moins polluée et d'en tirer profit Pollution pendant 3 ans de 2017 à 2019 et ceci dans le but de étudier le traitement des eaux usées domestiques Nous avons comparé les deux stations de Témacine et, d'ngoussa où la station de Témacine dépend d'un groupe de plantes (le jonc (*Juncus*), la massette, Hibiscus, Canna, Faux Bananier, le papyrus, Washingtonia, le laurier) et la station de N'goussa dépend la plantes macrophytes (*Phragmites communis Trinius*) Où nous avons atteint l'étendue de l'efficacité des deux stations à éliminer les polluants, en nous concentrant sur les changements des paramètres physiques, chimiques et biologiques, et en suivant l'efficacité de l'épuration dans chaque station.

Les résultats ont prouvé la capacité les plantes et leur rôle efficace en réduisant les indicateurs de pollution les plus importants, où une diminution des critères suivants a été observée:

(DCO) a donné un prélèvement avec un rendement de 81,17% pour la station de Témacine et 82,87% pour la station d'ngoussa, (DBO<sub>5</sub>) avec un pourcentage de 88,51% à la station de Témacine et 89,03% à la station d'ngoussa, (N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup>) 74,74% à la station de Témacine et 16,54% à la station d'ngoussa, (N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) la station de Témacine a enregistré un rendement de 66,66%.

Certes la centrale d'ngoussa, qui fonctionne avec un débit de 800 m<sup>3</sup>/j, est plus de cinquante fois supérieure à l'ancienne station Qasr de Témacine 15m<sup>3</sup>/j, mais elle nous a donné le rendement le plus faible que la centrale de Témacine en termes d'élimination des polluants par les résultats obtenus, l'épuration des eaux polluées par un groupe de plantes donne un meilleur rendement en termes d'élimination des polluants par rapport à l'utilisation d'un type de plante, et le temps de séjour des eaux polluées à l'intérieur des bassins contribue à l'élimination des polluants en donnant un meilleur retour sur épuration.

Suggestions:

- Utilisation d'un groupe de plantes en traitement capables de vivre dans ces milieux au lieu d'une seule plante.
- La méthode de traitement des plantes dans les campagnes et les villages doit être à densité de population moyenne.
- Nous appelons également à la généralisation de cette méthode dans les villages agricoles à densité de population moyenne.



# Bibliographie

# Bibliographie

- [1]:GHRISSI Ferhat ,TOUATI Omar, Le dysfonctionnement de la station d'épuration dans la région de Temacine (Touggourt). , Mémoire De Master, Université Echahid Hamma Lakhdar - El-Oued,p18,31.
- [2]:RAHMANI Abdellatif,2015,EPURATION DES EAUX USEES DE LA REGIONDE N'GOUSSA (OUARGLA) PAR DES VEGETAUX.PERFORMANCES EPURATOIRES, Mémoire De Master, Université Kasdi Merbah de Ouargla.p24
- [4]: BOUHANNA Amel , 2014. Gestion des produits d'épuration des eaux usées de la cuvette de Ouargla et perspectives de leurs valorisations en agronomie saharienne . Mémoire de magister. Université d'Ouargla , p4.
- [6]:Mme SAHNINE Warda, 2017. Analyses physicochimiques des eaux usées de la station d'épuration par lagunage Tidmaine commune d'Inzegmir. Université AHMED DRAYA ADRAR, p 13,15.
- [7]:Chikha B.R , Younsi T, 2015.Epuration des eaux usées de la commune de Touggourt par le procédé de la boue activée. Université HAMMA LAKHDAR d'El-Oued, p 23.
- [8]:DAHOU. A, BREK. A. 2013. LAGUNAGE AERE EN ZONE ARIDE PERFORMANCE EPURATOIRES CAS DE (REGION D'OUARGLA). Université d'Ouargla, p4, 6,7.
- [9]:ZAIRI. I , BESSALAH. S ,2021Etude comparative entre les stations d'épurations de la zone de Ouargla « STEP N'GOUSSA » et « STEP SIDI KHOUILLED. UKM Ouargla, p 4.
- [10]:NADER Abdelkadir,2014. Eaux usées épurées de la cuvette de Ouargla Gestion et risques environnementaux. Mémoire de magister. UKM Ouargla, p 4.
- [12]: <https://mawdoo3.com>
- [14]:BOURENANE. I. C, ZAOUIA. I,2018. Etude du fonctionnement de la station d'épuration (STEP) de Ain-Beida à boues activée et son impact sur l'environnement. Université Larbi Ben M'hidi Oum El Bouaghi, p 3.
- [16]: METAHRI Mohammed Saïd, 2012. ÉLIMINATION SIMULTANÉE DE LA POLLUTION AZOTÉE ET PHOSPHATÉE DES EAUX USÉES TRAITÉES, PAR DES PROCÉDÉS MIXTES. Cas de la STEP Est de la ville de Tizi-Ouzou.THÈSE de DOCTORAT.UNIVERSITÉ MOULOUD MAMMERI DE TIZI-OUZOU, p 9.
- [17]: Boudebia Taki Eddine, Kecheha Abdel Fattah, 2017. Etude comparative des deux procédés d'épuration des eaux usées à savoir la phytoépuration (commune de Témacine ) et

laprocédé biologique des boues activés ( commune de Touggourt ).Université ALSHSHAHID HAMMA LAKHDAR d'El-Oued, p 25.

[18]: <https://fr.wikipedia.org>.

[19]:<https://fr.airliquide.com>.

[20]: <https://www.senat.fr>.

[21]:HAMMADI B, 2006. Phytoépuration des eaux usées des la région de Témacine Evaluation et conditions optimales. Mémoire présenté pour l'obtention du diplôme de Magister. Spécialité : chimie. Université Kasdi Merbeh OUARGLA.

[22]:GHETTAS Noureddine, 2009. Epuration des Eaux Usées : Cas de la Ville de Touggourt, DIPLOME D'INGENIEUR D'ETAT EN BIOLOGIE. UKM Ouargla, p 17.

[23]:Guenouai Rekia,2019. Suivi et Etude des procédés d'épurations des eaux usées urbaines au niveau de l'ONA Touggourt /Ouargla et caractérisation par méthode physico-chimiques, Mémoire De Master, Université Kasdi Merbah de Ouargla.p10.

[24]: Bernard BAUDOT ET Prudencio PERERA ,GUIDE, 2001. Procédés extensifs d'épuration des eaux usées adaptés aux petites et moyennes collectivités (500-5000 eq-hab) Mise en oeuvre de la directive du Conseil n° 91/271 du 21 mai 1991 relative au traitement des eaux urbaines résiduaires. Office International de l'Eau. p 12,13, 14,15,24.

[25]:FICHE TECHNIQUE DE PROCES DE STATION D'EPURATIONDE TEMACINE.

[26]:SOUFI Hana, MEHANI Sara,2016.Suivie des variations de quelques paramètres physico-chimiques des eaux usées et des plantes épuratrices Cyperus papyrus et Joncus maritimus de la station WWG Témacine. Université Kasdi Merbeh OUARGLA, p 10.

[27]:<https://conseils-jardin.willemsefrance.fr/jonc/>.

[28]:<https://jardinage.lemonde.fr/dossier-1941-jonc-juncus.html>.

[29]: <https://planting.mawdoo3.com>.

[30]:<https://www.univ-ouargla.dz/index.php/fr/accueil/presentation-de-l-universite/willaya-de-ouargla.html>.

[31]: [file:///C:/Users/pc/Desktop/N\\_Goussa\\_une\\_station\\_100\\_verte.pdf](file:///C:/Users/pc/Desktop/N_Goussa_une_station_100_verte.pdf).

[33]:<https://www.quandarrosermaplante.com>.

### المراجع باللغة العربية:

- [3]: صندالي مريم و زعباب كنزة، 2017. تنقية المياه الملوثة بواسطة النباتات : مقارنة بين محطتي أنقوسة و تماسين، مذكرة ماستر، جامعة قاصدي مرباح ورقلة ص 24، 52.
- [5]: بن عدي نادية، رمضان عبد الفتاح، 2020. معالجة المياه المستعملة باستعمال النباتات الصحراوية، مذكرة ماستر، جامعة الشهيد حمه لخضر بالوادي، ص 10، 16.
- [11]: العابد إبراهيم 2015. معالجة مياه الصرف الصحي لمنطقة تقرت بواسطة نباتات منقية المحلية، مذكرة دكتوراه جامعة قاصدي مرباح ورقلة ص 15، 46، 33.
- [13]: دو نزار حشاني، 2019. دراسة أداء محطة معالجة مياه الصرف الصحي بمدينة تقرت ، جامعة محمد خيضر بسكرة ، ص 3 .
- [15]: غشوه لطيفة، وانيس حياة، 2018. قدرة أداء نبات القنا أنديكا (Canna Indica) لمعالجة مياه الصرف الصحي بطريقة التدفق تحت السطحي الأفقي لمنطقة تقرت. جامعة ورقلة ، ص 2، 7.
- [32]: مازن نزار فضل السنجري، مجلة تكريت للعلوم الصرفة، عدد فيفري 2011 ، ص 125 ، 124.

**Annexes**

# Annexes

**Tableau 1 Rapport de DCO, DBO<sub>5</sub>, N-NH<sub>4</sub><sup>+</sup> et N-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> à l'eau sortant des deux stations.**

Paramètres de pollution	Témacine				N'goussa			
	DCO %	DBO <sub>5</sub> %	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> %	N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> %	DCO %	DBO <sub>5</sub> %	N-NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> %	N-NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> %
Mois								
Janvier2017	82.02	88.88	66.66	91.42	83.05	87.27	/	/
Février 2017	84.64	88.88	85	41.42	89.41	/	/	/
Juillet 2017	87.05	90	48.32	76.27	87.73	95.45	34.89	/
Septembre2017	88.58	90.90	88.58	76.71	45.23	62.5	/	35.31
Janvier2018	94.86	95.65	57.5	48	84.87	/	28.68	/
Février 2018	94.41	95	57.61	57.14	84.87	/	/	/
Juin 2018	73.02	96.66	/	55.76	/	84.44	/	/
Juillet 2018	77.27	91.11	/	74.28	/	84.44	/	/
Février2019	88.57	87.5	/	/	/	/	/	/
Avril 2019	85.38	88.75	/	48	87.73	92.41	/	/
Juillet 2019	75.19	61.42	/	82.23	87.73	95.45	34.89	/
Aout 2019	72.41	78.46	/	64.28	87.21	85.71	/	/
Les valeurs moyennes	83.62	87.77	67.28	65.05	81.98	85.96	32.82	35.31

**Tableau 2 Arrêté ministériel n°26 relatif aux valeurs maximales des normes algériennes pour les effluents liquides industriels.**

Normes	Valeurs maximales	Unité
Température	30	°C
PH	6.5- 8.5	-
DCO	120	mg/l
DBO <sub>5</sub>	35	mg/l
MES	35	mg/l
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	-	mg/l
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	-	mg/l

NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	-	mg/l
PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	-	mg/l
P <sub>T</sub>	-	mg/l
O <sub>diss</sub>	-	mg/l

Source : Journal Officiel de la République Algérienne(23/04/2006).

**Tableau 3 Arrêté ministériel n° 41 relatif aux normes algériennes pour l'eau traitée pour l'irrigation.**

Normes	Valeurs maximales	Unité
CE	3	dS/m
PH	6.5- 8.5	-
DCO	90	mg/l
DBO5	30	mg/l
MES	30	mg/l
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	-	mg/l
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	-	mg/l
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	30	mg/l
PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	-	mg/l
P <sub>T</sub>	-	mg/l
O <sub>diss</sub>	-	mg/l

Source : Journal Officiel de la République Algérienne(15/07/2012).

**Tableau 4 Normes de l'OMS pour les eaux usées.**

Normes	Valeurs maximales	Unité
Température	30>	°C
PH	6.5- 8.5>	-
DCO	90>	mg/l
DBO5	30>	mg/l
MES	20>	mg/l
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	0.5>	mg/l
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	1>	mg/l
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	1>	mg/l
PO <sub>4</sub> <sup>-3</sup>	2>	mg/l



Photos de quelques-uns des appareils utilisés dans les analyses physico-chimiques.



Le système de test en cuve



DBO mètre